С1-55

ОСЦИЛЛОГРАФ
OSCILLOSCOPE

Техническое описание и инструкция по эксплуатации

Description and Operating Instructions

В / О «МАШПРИБОРИНТОРГ»
V/O „MASHPRIBORINTORG"

СССР
USSR

МОСКВА
MOSCOW

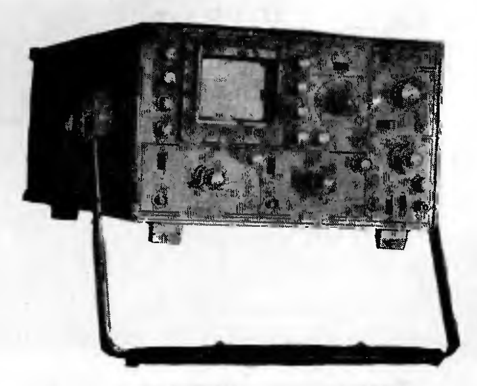


Рис. I. CI-55

I. НАЗНАЧЕНИЕ

Малогабаритный полупроводниковый двухлучевой осциллограф CI-55 предназначен для одновременного визуального наблюдения и исследования форм двух электрических процессов путем измерения их временных и амплитудных значений.

Условия эксплуатации:

- рабочая температура окружающего воздуха от минус 30 до плюс 50 °С;
- относительная влажность воздуха до 98 % при температуре до 35 °С.

Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В±22 В, частотой 50 Гц±0,5 Гц; напряжением 220 В±II В и II5 В±5,75 В, частотой 400 Гц±I2 Гц и содержанием гармоник до 5 %; от источника постоянного тока напряжением 24 В$^{+2,4}_{-1,2}$ В.

Примечание. Допускается работа прибора от сети переменного тока частотой 60 Гц.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

2.I. По точности воспроизведения формы сигнала, измерения временных и амплитудных значений осциллограф CI-55 относится к Ш классу ГОСТ 22737-77 "Осциллографы электронно-лучевые. Номенклатура параметров и общие технические требования".

2.2. Осциллограф CI-55 обеспечивает:

а) наблюдение формы импульсов обеих полярностей с длительностью от 0,I мкс до 0,2 с и размахом от I0 мВ до I40 В, а с выносным делителем I:I0 от I00 мВ до 300 В и до I500 В с высоковольтным делителем;

б) наблюдение периодических сигналов в диапазоне частот от 3 Гц до I0 МГц;

в) измерение амплитуд исследуемых сигналов от 30 мВ до I40 В;

г) измерение временных интервалов от 0,I мкс до 0,2 с.

2.3. Рабочая часть экрана должна быть не менее 42 мм (7 делений) по вертикали (для первого луча - верхняя, для второго - нижняя часть экрана) и не менее 60 мм (I0 делений) по горизонтали.

2.4. Ширина линии луча не превышает 0,8 мм.

2.5. Усилители каналов вертикального отклонения луча имеют следующие параметры:

а) полосу пропускания от 0 до I0 МГц;

б) время нарастания переходной характеристики усилителей не более 35 нс, время установления переходной характеристики не более I50 нс;

в) выброс на вершине переходной характеристики не превышает I0 %;

г) нелинейность отклонения в пределах рабочей части экрана не превышает I0 %;

д) долговременный дрейф усилителей после 30-минутного прогрева в течение I ч при стабильном напряжении сети (±2 %) не превышает 6 мм (I дел.);

е) входное сопротивление усилителей при открытом входе I МОм±0,03 МОм с параллельной емкостью 40 пФ±4 пФ.

С выносным делителем I:I0 входное сопротивление усилителя равно I0 МОм±I МОм, а входная емкость не превышает I5 и I8 пФ с высоковольтным делителем. Погрешность деления выносного делителя не превышает ±I0 %. Вход усилителей может быть открытый и закрытый. Вход усилителей с выносным делителем I:I0 - открытый;

ж) суммарное максимальное допустимое постоянное и переменное напряжение, которое можно подавать при закрытом входе усилителей, не должно превышать 300 В.

2.6. При закрытом входе усилителя канала вертикального отклонения луча спад вершины переходной характеристики не превышает I0 %.

2.7. Минимальный коэффициент отклонения каналов вертикального отклонения луча I0 мВ/дел.

Коэффициент отклонения калиброванный и устанавливается:

а) плавно, с перекрытием не менее I:2,5;

б) скачкообразно - от I0 мВ/дел до 20 В/дел, с перекрытием не более 2,5 раза.

2.8. Погрешность коэффициента отклонения не превышает 8 %.

2.9. Внутренний источник калибровочного напряжения генерирует П-образные импульсы частотой 2 кГц, амплитудой 0,05; 0,I; 0,2; 0,5; I; 2; 5; IO; 20; 40 В с погрешностью установки амплитуды и частоты в нормальных условиях не более ±3 %. Погрешность установки амплитуды и частоты в интервале рабочих условий не превышает ±4 %.

Асимметрия импульсов не превышает 20 %.

2.IO. Развертка может работать как в ждущем, так и в периодическом режиме и имеет следующие параметры:

а) диапазон значений коэффициента развертки от 50 мс/дел. до 0,I мкс/дел. разбит на I8 фиксированных поддиапазонов с перекрытием в 2 и 2,5 раза. На всех поддиапазонах имеется возможность пятикратного амплитудного растяжения центрального участка изображения развертки;

б) коэффициент развертки 50 мс/дел. не калиброван и является обзорным;

плавное некалиброванное перекрытие внутри каждого поддиапазона не менее 2,5;

в) нелинейность развертки не превышает IO % в пределах рабочей части развертки.

2.II. Погрешность коэффициента развертки в рабочих условиях не превышает ±8 %.

Погрешность коэффициента развертки на развертках 0,2 и 0,I мкс/дел. с использованием растяжки не превышает ±I6 %.

Примечание. Рабочей частью развертки без использования растяжки является участок длиной 60 мм (IO делений) от ее начала, за исключением 0,02 мкс начального участка.

Рабочая часть развертки с использованием растяжки - это длительность развертки, соответствующая длине 60 мм (IO делений) без растяжки, за исключением начального участка 0,05 мкс.

2.I2. Синхронизация развертки осуществляется исследуемым сигналом любой полярности (внутренняя синхронизация) при размере изображения на экране от 4,2 мм (0,7 дел.) до 42 мм (7 дел.) в диапазоне частот от 3 Гц до IO МГц и импульсами длительностью от 0,I мкс и более.

Величина сигнала внешней синхронизации составляет 0,5-30 В в диапазоне частот 3 Гц-IO МГц, импульсные сигналы длительностью от 0,I мкс и более.

2.I3. Минимальная частота следования развертки, при которой обеспечивается наблюдение и измерение с тубусом предельно быстрого исследуемого процесса, не превышает 400 Гц.

2.I4. Несинхронность разверток в пределах рабочей части экрана не превышает I мм.

2.I5. Коэффициент развязки между каналами не менее IO^4.

2.I6. Усилитель канала горизонтального отклонения луча имеет следующие параметры:

полосу пропускания от 20 Гц до I МГц (при подаче сигнала на вход I:I);

коэффициент отклонения - не более I В/дел.

2.I7. Для обеспечения наблюдения яркостных меток амплитуда сигнала на "Входе Z " должна быть от 5 до 25 В в диапазоне частот от 30 Гц до I МГц.

Входное сопротивление - 500 кОм с параллельной емкостью не более 70 пФ.

2.I8. Питание прибора осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В±22 В, частотой 50 Гц±0,5 Гц; напряжением сети 220 В±II В и II5 В±5,75 В, частотой 400 Гц±I2 Гц и содержанием гармоник до 5 %; от источника постоянного тока напряжением $24\ В^{+2,4}_{-I,2}$ В.

Примечание. Допускается работа прибора от сети переменного тока частотой 60 Гц.

2.I9. Максимальная мощность, потребляемая прибором от сети, не превышает 75 В·А. Сила тока, потребляемая прибором от источника постоянного тока, не превышает I,5 А.

2.20. Время установления рабочего режима прибора для нормальной его работы не менее I5 мин.

2.2I. Масса прибора не превышает I5 кг.

2.22. Максимальные габаритные размеры прибора 348х198х495 мм.

2.23. Наработка на отказ не менее 3000 ч.

3. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Таблица I

Наименование	Количество	Примечание
Осциллограф CI-55	I	
Делители I:IO	2	2.727.004-0I
Делитель I:IO высоковольтный	I	2.727.005
Кабели переходные	2	4.850.009
Кабели соединительные со штеккерами	2	4.850.008
Кабели соединительные	2	4.850.0II
Провода соединительные	2	
Шнур сетевой	I	4.860.036-01
Шнур питания "24 V "	I	4.860.03I-0I
Щупы	2	
Зажимы	4	
Светофильтр	I	

Продолжение табл. I

Наименование	Количество	Примечание
Тубус	I	
Каркас	I	
Переходы СР-50-95ФВ	2	
Комплект ЗИ	I	

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА ИЗДЕЛИЯ И ЕГО СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ

4.I. Принцип действия прибора

Блок-схема осциллографа (рис. 2)* состоит из следующих основных элементов:

входных аттенюаторов, предварительных усилителей, линий задержки, оконечных усилителей, калибратора, селектора синхронизации, схемы синхронизации, триггера развертки, генератора развертки, схемы блокировки, усилителя развертки, схемы управления лучом ЭЛТ, индикатора, узла питания.

Исследуемые сигналы подаются на входные гнезда усилителей вертикального отклонения. При помощи входных аттенюаторов, которые представляют собой компенсированные делители напряжения, выбирают величину сигнала, удобную для наблюдения и исследования на экране ЭЛТ.

Усилители вертикального отклонения усиливают сигналы до необходимой величины перед поступлением их на вертикально-отклоняющие пластины.

Для возможности исследования и наблюдения переднего фронта коротких импульсов в трактах каналов вертикального отклонения используются линии задержки.

Из каждого канала вертикального отклонения до линии задержки исследуемые сигналы поступают на вход схемы синхронизации и запуска развертки.

Для запуска развертки может быть использован внешний сигнал, поданный на гнездо "Вход" синхронизации.

Схема синхронизации и запуска развертки вырабатывает прямоугольные импульсы постоянной амплитуды независимо от величины и формы приходящего на вход сигнала. Благодаря этому достигается устойчивый запуск генератора развертки, вырабатывающего пилообразное напряжение.

*Рисунки и приложения помещены в конце издания.

Пилообразное напряжение усиливается до необходимой величины усилителем развертки и поступает на горизонтально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

В приборе предусмотрена возможность поступления внешнего сигнала на усилитель развертки при подаче его на "Вход X", при этом усилитель развертки отключается от схемы генератора развертки.

Схема управления лучом ЭЛТ вырабатывает прямоугольные импульсы, которые поступают на специальные бланкирующие пластины и используются для гашения луча ЭЛТ во время обратного хода развертки.

Калибратор вырабатывает прямоугольные импульсы, которые используются для калибровки усиления усилителей вертикального отклонения, компенсации входных и выносных делителей и для калибровки длительности развертки.

В осциллографе предусмотрено получение яркостных меток времени при подаче внешнего сигнала на гнездо "Вход Z", которое через конденсаторы связано с модуляторами ЭЛТ.

Узел питания обеспечивает питающими напряжениями всю схему прибора.

4.2. Схема электрическая принципиальная

4.2.I. Каналы вертикального отклонения луча

Каналы вертикального отклонения луча предназначены для усиления исследуемых электрических сигналов до величины, обеспечивающей удобное рассмотрение и исследование изображения на экране ЭЛТ без искажения формы исследуемого сигнала.

Каждый канал вертикального отклонения луча состоит из входной цепи и усилителя. Так как каналы вертикального отклонения по схемному решению совершенно идентичны, то рассмотрим работу только одного из каналов, например, первого.

Входная цепь состоит:

а) из входного гнезда ГI, расположенного на передней панели прибора;

б) тумблера BI, при помощи которого исследуемый сигнал поступает на входной аттенюатор через емкость CI или непосредственно (соответственно закрытый или открытый вход усилителя);

в) входного аттенюатора, конструктивно оформленного в виде отдельного узла на переключателе B2 и во избежание наводок помещенного в металлический экран.

Входной аттенюатор представляет собой частотно-компенсированный делитель напряжения.

Делитель имеет I0 ступеней деления с коэффициентами деления I; 2; 5; I0; 20; 50; I00; 200; 500; I000; 2000. Однако необходимый

коэффициент деления достигается не только за счет различных комбинаций резисторов и конденсаторов делителя напряжения, но также и за счет скачкообразного изменения коэффициента усиления усилителя посредством изменения обратной связи.

Обратная связь изменяется за счет подключения резисторов R9, RI0 к эмиттеру транзистора ПП2. Во входном аттенюаторе применены прецизионные резисторы, и величины сопротивлений подобраны таким образом, что обеспечивается одна и та же величина входного сопротивления независимо от положения делителя напряжения "Вольт/дел.".

При использовании выносного делителя I:I0 общий коэффициент деления увеличивается в I0 раз.

Переменные конденсаторы С6, С7, С8 на входе каждой цепи аттенюатора позволяют регулировать входную емкость так, чтобы она имела одинаковую величину для всех положений аттенюатора. Переменные конденсаторы С3, СI2, СI5 позволяют производить компенсацию аттенюатора по всей полосе частот.

Входное сопротивление аттенюатора I МОм зашунтировано емкостью 40 пФ, которая складывается из входной емкости схемы усилителя вертикального отклонения и паразитной емкости монтажа аттенюатора.

С выхода аттенюатора исследуемый сигнал поступает на входной каскад усилителя вертикального отклонения.

Истоковый повторитель ПП38 обеспечивает малую входную емкость и большое входное сопротивление усилителя, определяемое резитором RII. Полевой транзистор ППI используется в качестве источника тока транзистора ПП38.

Резистор R2I "Баланс" обеспечивает установку смещения транзистора ПП38 и уровня постоянного напряжения на выходе истокового повторителя и используется для балансировки усилителя в процессе его эксплуатации. Диоды ДI, Д2 обеспечивают защиту транзистора ПП38 от пробоя, ограничивая входное напряжение на затворе на уровне не более 8,5 В, а резистор RI2 ограничивает ток затвора того же транзистора при положительном напряжении.

Сигнал, поступающий на базу транзистора ПП2 с истокового повторителя, усиливается усилителем на транзисторах ПП2, ПП3. Усилители ПП2 и ПП3 охвачены обратной связью для получения стабильного коэффициента усиления. Этот коэффициент усиления может изменяться скачкообразно в результате изменения обратной связи путем подключения сопротивлений R9, RI0 к эмиттеру транзистора ПП2 через переключатель В2в. Одновременное изменение коэффициента усиления и коэффициента деления входного делителя позволяет получить калиброванный коэффициент отклонения усилителя вертикального отклонения и упростить входной аттенюатор.

Потенциометром R24 производится дополнительная балансировка усилителя вертикального отклонения путем установки нулевого потенциала на коллекторе транзистора ПП3, так как в этом случае потенциометр R35 ("Усиление") оказывается подключенным между двумя точками с нулевым потенциалом.

Исследуемый сигнал с движка потенциометра R35 подается на базу усилительного каскада на транзисторах ПП4, ПП5, выполненного по фазоинверсной схеме с эмиттерной связью.

Перемещение луча по вертикали осуществляется потенциометром RI3 (↕) путем изменения потенциалов коллекторов транзисторов ПП4, ПП5.

Переменное сопротивление R36 ("Корр.") в эмиттерной цепи каскада служит для калибровки коэффициента отклонения усилителя.

Сопротивление R35 ("Усиление") конструктивно совмещено с переключателем В2 ("Вольт./дел.") входного аттенюатора. В крайнем правом положении потенциометр имеет механическую фиксацию, и в этом положении калибруется коэффициент отклонения усилителя вертикального отклонения потенциометром R36, выведенным шлицом на передней панели прибора.

Эмиттерные повторители ПП8, ПП9 являются согласовывающими между предыдущими каскадами на транзисторах ПП6, ПП7 и линией задержки ЛЗ-I. Линия задержки ЛЗ-I обеспечивает возможность наблюдения переднего фронта импульсов путем создания в канале вертикального отклонения задержки исследуемого сигнала на время, которое затрачивается схемой синхронизации и триггером развертки до начала образования рабочего хода развертки.

Для получения согласования по всей полосе частот линия задержки как на входе, так и на выходе нагружена на сопротивление, величина которого равна волновому сопротивлению линии (R52, R53, R56, R57).

Эмиттерные повторители ППII, ППI2 являются согласовывающими между линией задержки и выходными каскадами усилителя вертикального отклонения.

Сигнал, снимаемый с эмиттерной нагрузки транзистора ПП8, повторяется эмиттерным повторителем ППI0 и подается для синхронизации или запуска схемы развертки.

После линии задержки ЛЗ-I сигнал повторяется эмиттерными повторителями ППII, ППI2, усиливается предоконечным двухтактным усилительным каскадом на транзисторах ППI3, ППI4, повторяется эмиттерными повторителями на транзисторах ППI5, ППI6 и поступает на оконечный каскад усилителя вертикального отклонения.

Выходной каскад усилителя вертикального отклонения на транзисторах ППI7, ППI8 выполнен по фазоинверсной схеме с эмиттерной связью. Для коррекции частотной характеристики в области средних и высших частот полосы пропускания применяется отрицательная обратная связь по току (R73, R76, С32, R79, С33).

С коллекторных нагрузок выходного каскада усилителя сигнал поступает на вертикально-отклоняющие пластины ЭЛТ.

4.2.2. Калибратор

Калибратор служит для калибровки коэффициента отклонения усилителей вертикального отклонения и калибровки длительности развертки.

Калибратор состоит из высокостабильного релаксационного генератора симметричных прямоугольных импульсов, содержащего интегральный операционный усилитель.

В цепь отрицательной обратной связи генератора включена времязадающая цепь С80, R186, в цепь положительной обратной связи - резистивный делитель R187, R214, R228. Генератор работает в результате перезаряда конденсатора С80 через резистор R186 между двумя уровнями, определенными делителем в цепи положительной связи.

Потенциометр R187 предназначен для установки частоты генератора, равной 2 кГц.

Напряжение с генератора подается на входной усилитель, работающий в режиме ключа на транзисторе ПП40, а затем повторяется эмиттерным повторителем на транзисторе ПП39.

Делитель обеспечивает на выходе ряд напряжений. При помощи потенциометра R180 производится установка выходного напряжения. Тумблером В13 устанавливается вид калибрационного напряжения на выходе калибратора (постоянное напряжение или П-образные импульсы).

4.2.3. Канал синхронизации развертки

Канал синхронизации управляет работой генератора развертки с целью получения неподвижного изображения исследуемых сигналов на экране ЭЛТ.

Синхронизация генератора развертки возможна как от внешнего источника напряжения, так и исследуемым сигналом одного из каналов вертикального отклонения.

Переключатель "Синхронизация" "Внеш.", "Внутр. I", "Внутр. II" предназначен для выбора источника синхронизации.

Возможны открытый и закрытый входы синхронизации в зависимости от положения тумблера В7 (" ~ ", " ≂ "). Для увеличения коэффициента передачи входного каскада в области высоких частот резисторы R188, R189 зашунтированы кондесаторами С75, С76 в режиме внешней синхронизации, а при внутренней синхронизации резисторы R190, R191 шунтируются конденсаторами С77, С78.

Сигнал синхронизации непосредственно или через конденсатор С79, в зависимости от положения тумблера В7, поступает на усилитель

синхронизации, собранный на транзисторах ПП42, ПП44. В базовую цепь первого транзистора усилителя синхронизации включены диоды Д14-Д17, предохраняющие усилитель от перегрузок.

С выхода усилителя синхронизации сигнал поступает на вход дифференциального каскада на транзисторах ПП45, ПП46. При помощи тумблера В8 ("+", "-") можно менять полярность запуска генератора развертки.

В положении переключателя полярности запуска "+" коллектор усилителя ПП46 будет иметь полярность, противоположную полярности входного сигнала, так как в этом случае транзистор ПП46 будет включен по схеме с общим эмиттером.

В положении переключателя полярности запуска "-" сигнал подается на базу эмиттерного повторителя ПП45.

В этом случае сигнал синхронизации будет подан в эмиттер усилительного каскада на транзисторе ПП46. Следовательно, усилитель ПП46 будет теперь работать по схеме с общей базой, и усиленный сигнал запуска в коллекторе усилителя будет той же полярности, что и на входе.

Усилитель синхронизации соединен с дифференциальным каскадом по постоянному току. Следовательно, изменяя потенциал базы транзистора ПП42 усилителя синхронизации при помощи потенциометра R192 ("Уровень"), можно изменять ток через транзистор ПП46 дифференциального каскада. Коллекторной нагрузкой дифференциального каскада является одностабильный мультивибратор на туннельном диоде Д19. При изменении тока коллектора транзистора ПП46 происходит смещение рабочей точки по характеристике туннельного диода Д19. Это приводит к тому, что одностабильный мультивибратор запускается от различных уровней синхронизирующего сигнала.

С выхода одностабильного мультивибратора сигнал синхронизации поступает на усилительный каскад на транзисторе ПП47 и с выхода усилителя через трансформатор Тр1 - на запуск триггера развертки.

4.2.4. Канал горизонтального отклонения луча

Канал горизонтального отклонения луча содержит:

триггер развертки, генератор развертки, схему блокировки, усилитель горизонтального отклонения.

Триггер управления разверткой представляет собой сочетание туннельного диода Д22 с усилителем по схеме с общим эмиттером на транзисторе ПП49. Туннельный диод включен в эмиттер транзистора ПП48.

Потенциометр R212 ("Стаб.") регулирует потенциал базы транзистора ПП48, что приводит к изменению тока эмиттера. Изменение тока эмиттера транзистора ПП48 приводит к изменению положения рабо-

чей точки на характеристике туннельного диода Д22. Это позволяет получить как ждущий, так и автоколебательный режимы генератора развертки, переводя триггер управления разверткой из стабильного состояния в режим самозапуска.

В исходном состоянии рабочая точка туннельного диода Д22 выбирается так, что усилитель на транзисторе ПП49 заперт.

Импульсы положительной полярности, поступающие на базу транзистора ПП49 с канала синхронизации, переводят туннельный диод Д22 во второе устойчивое состояние. При этом усилитель на транзисторе ПП49 открывается, и потенциал на его коллекторе понижается, и вырабатывается отрицательный управляющий импульс. С выхода триггера развертки управляющий импульс поступает на вход схемы генератора развертки и через эмиттерный повторитель на транзисторе ПП50 на схему формирования бланкирующего импульса.

Генератор пилообразного напряжения выполнен по схеме с емкостной отрицательной обратной связью (интегратор Миллера).

Генератор вырабатывает линейно-возрастающее напряжение. В состоянии покоя ключ на транзисторе ПП5I открыт. Напряжение на эмиттере транзистора ПП5I больше, чем на затворе транзистора ПП53, и диод Д25 оказывается открытым. Следовательно, времязадающий конденсатор будет зашунтирован открытым транзистором ПП5I и диодом Д25.

С приходом на базу ключевого транзистора ПП5I отрицательного запускающего импульса с триггера управления ключевой транзистор закрывается, потенциал его эмиттера понижается, а диод Д25 запирается.

Во время прямого хода развертки происходит заряд времязадающих конденсаторов С97-СI04, СIII через соответствующие времязадающие резисторы R24I, R242, R244, R245, R247, RI54, R327, R328 от источника напряжения минус 50 В, что вызывает увеличение отрицательного потенциала на затворе транзистора ПП53.

Истоковый повторитель ПП53 увеличивает входное сопротивление генератора пилообразного напряжения и, тем самым, дает возможность применить в качестве времязадающих элементов сравнительно небольшой величины сопротивления и получить при этом довольно большую линейность пилообразного напряжения.

Увеличение отрицательного напряжения на затворе транзистора ПП53 передается на базу усилителя ПП54.

Увеличение отрицательного напряжения на базе транзистора вызывает увеличение потенциала его коллектора, которое через времязадающую емкость передается на затвор истокового повторителя ПП53. Так замыкается кольцо емкостной отрицательной обратной связи.

Благодаря большому усилению каскада усилителя ПП54 и глубокой отрицательной обратной связи, времязадающая емкость заряжается с

постоянной скоростью. Процесс заряда времязадающей емкости создает рабочий ход развертки. Времязадающие емкости и сопротивления выбираются установкой переключателя В9 ("Длительность Время/дел.").

Потенциометр R237 ("Плавно") служит для плавного изменения скорости развертки в процессе работы с прибором.

В крайнем правом положении потенциометр R237 имеет механическую фиксацию и в этом положении калиброванные длительности ручки "Длительность Время/дел." соответствуют надписям на передней панели.

Схема блокировки и возвращения в исходное состояние предохраняет генератор развертки от повторного запуска в течение обратного хода и времени восстановления всей схемы генератора развертки, а также задает амплитуду выходного пилообразного напряжения.

Схема блокировки состоит из диодов Д27, Д23, туннельного диода Д26, транзисторов ПП52, ПП55, времязадающей цепи R2I5, СI05-СII0, СII5.

В начале рабочего хода развертки диоды Д23, Д27 закрыты, туннельный диод Д26 - в низковольтном состоянии, транзисторы ПП52, ПП55 закрыты.

При достижении определенной амплитуды пилообразного напряжения на нагрузке эмиттерного повторителя ПП56 диод Д27 открывается. Открывается и транзистор ПП55, переводя туннельный диод в высоковольтное состояние. Это приводит к отпиранию усилительного каскада на транзисторе ПП52.

Напряжение на его коллекторе уменьшится, открывая диод Д23. Один из блокировочных конденсаторов СI05-СII0, СII5 быстро заряжается до потенциала коллектора транзистора ПП52. Соответствующий блокировочный конденсатор выбирается переключателем В9 ("Длительность Время/дел.").

Отрицательный скачок напряжения с коллектора транзистора ПП52 подается на базу эмиттерного повторителя ПП48, подзакрывает его и переводит туннельный диод Д22 в низковольтное состояние, т.е. возвращает триггер в исходное состояние.

При этом ключевой транзистор ПП5I открывается и диод Д25 начинает проводить. Этот момент соответствует возникновению обратного хода развертки, т.е. разряду одного из конденсаторов С97-СI04, СIII через диод Д25 и транзистор ПП5I.

Во время обратного хода развертки при достижении определенного потенциала пилообразного напряжения на эмиттере транзистора ПП56 диод Д27 закрывается, переводя туннельный диод Д26 в низковольтное состояние и тем самым закрывая транзистор ПП52. Диод Д23 также закрывается. Один из блокировочных конденсаторов СI05-СII0 начинает разряжаться через R2I5 до уровня напряжения, определяемого положением движка потенциометра R2I2 ("Стаб."). Постоянная вре-

мени R215 и каждого из конденсаторов C105-C110, C115 такова, что за время обратного хода развертки и небольшого промежутка времени после окончания обратного хода транзистор ПП48 удерживается закрытым на таком уровне, что положительные запускающие импульсы с выхода схемы синхронизации не могут переключить туннельный диод Д22.

Когда напряжение на блокировочном конденсаторе при разрядке достигнет уровня открывания диода Д21, то база эмиттерного повторителя ПП48 фиксируется потенциалом, определяемым положением движка потенциометра R212. После этого влияние схемы блокировки устраняется и триггер управления разверткой можно перебросить импульсом с выхода схемы синхронизации.

Пилообразное напряжение с эмиттерного повторителя генератора развертки ПП57 поступает на базу согласующего эмиттерного повторителя ПП59 усилителя горизонтального отклонения и на гнездо "Выход ⩘ ", находящееся на передней панели.

При помощи потенциометров R253 и R249 по второму плечу усилителя горизонтального отклонения производится управление лучом по горизонтали.

Оконечный усилитель горизонтального отклонения выполнен по фазоинверсной схеме на транзисторах ПП60, ПП61 по схеме с общим эмиттером и предназначен для усиления пилообразного напряжения до необходимой величины.

С выхода оконечного усилителя сигнал подается на отклоняющие пластины ЭЛТ. Коэффициент отклонения оконечного усилителя регулируется изменением обратной связи при помощи потенциометров R269, R270, включенных между эмиттерами транзисторов ПП60, ПП61.

В положении тумблера В10 "х0,2" отрицательная обратная связь уменьшается по сравнению с положением тумблера В10 "х1", а усиление каскада возрастает в 5 раз. Таким образом, поучается пятикратная растяжка развертки.

В положении ручки "Синхронизация" "Вход Х" генератор развертки отключается от усилителя горизонтального отклонения. Внешний сигнал поступает через переключатель В6 с гнезда "Вход" непосредственно на усилитель горизонтального отклонения.

Резистор R189 увеличивает входное сопротивление усилителя в режиме "Вход Х", а конденсатор С75 корректирует частотную характеристику усилителя в этом же режиме.

4.2.5. Схема управления лучом ЭЛТ

Схема управления лучом формирует импульсы, предназначенные для коммутации луча ЭЛТ во время прямого и обратного ходов.

Схема включает в себя электронный ключ и эмиттерный повторитель на транзисторах ПП66, ПП65 и управляется импульсами, поступающими с триггера управления разверткой.

Электронные лучи ЭЛТ при отсутствии развертывающих напряжений будут в центре трубки, если на внутренних и внешних бланкирующих пластинах будет одинаковый потенциал. Внутренние бланкирующие пластины подсоединены к источнику постоянного напряжения +50 В, а внешние - к эмиттерному повторителю ПП65.

В исходном состоянии ключевой транзистор ПП66 открыт. Потенциал, близкий к нулевому, подается с эмиттерного повторителя ПП65 на внешние бланкирующие пластины, и электронные лучи трубки смещаются за пределы экрана ЭЛТ.

С началом развертки отрицательный импульс с триггера управления через эмиттерный повторитель ПП50 подается на базу ключевого транзистора и закрывает его. Положительный импульс с коллекторной нагрузки ключевого транзистора ПП66 через эмиттерный повторитель ПП65 подается на внешние бланкирующие пластины.

Потенциалы на бланкирующих пластинах выравниваются, и лучи будут находиться в центре экрана.

По окончании прямого хода развертки ключевой транзистор ПП66 открывается, на внешних бланкирующих пластинах устанавливается потенциал, близкий к нулевому, и лучи на время обратного хода развертки будут смещены за пределы экрана.

В режиме работы прибора "Вход Х" эмиттерная цепь ключевого транзистора ПП66 отсоединяется от земли при помощи переключателя В6д, эмиттерный повторитель ПП65 входит в насыщение, и на внешние бланкирующие пластины будет постоянно подаваться напряжение +50 В. Потенциалы пластин уравниваются, и электронные лучи будут находиться в центре ЭЛТ.

4.2.6. Электронно-лучевая трубка

В приборе применена электронно-лучевая трубка типа 9ЛО2И. Питание ЭЛТ производится стабилизированным напряжением минус 900 В, а ее системы послеускорения - от стабилизированного напряжения +2,5 кВ.

Напряжение минус 900 В подается на делители напряжения R299, R301, R304, R307, R309 и R300, R302, R305, R308, R310 для питания катодов ЭЛТ.

Яркость лучей регулируется потенциометрами R309, R310, ручки которых выведены на переднюю панель прибора с надписью "Яркость I" и "Яркость II".

Напряжение на второй анод подается с движков потенциометров R301, R302, ручки которых выведены на переднюю панель прибора с надписью "Фокус I" и "Фокус II".

На переднюю панель прибора также выведены ручки потенциометров R311, R312 с надписью "Астигм. I" и "Астигм. II" для более четкой фокусировки луча ЭЛТ.

Модуляторы ЭЛТ соединены с гнездом "Вход 2" через конденсаторы CI45, CI46.

4.2.7. Узел питания

Узел питания обеспечивает питающими напряжениями схему осциллографа при включении его в сеть напряжением 220 В±22 В частотой 50 Гц, 220 В±II В частотой 400 Гц, II5 В±5,75 В частотой 400 Гц и к источнику постоянного напряжения 24 $В^{+2,4}_{-1,2}$ В.

Электрические данные узла питания приведены в табл. 2.

Таблица 2

Выходное напряжение, В	Ток нагрузки, мА	Коэффициент стабилизации	Величина пульсации (размах), мВ	Примечание
+I0	I50	I00	I0	
+I0	50	I00	I0	
-I0	200	I00	IC	
-I0	30	I00	I0	
-50	20	I00	50	
+80	II5	I00	50	
+2500	0,05	I00	5·I0^3	
-900	I	I00	2·I0^3	
6,3	I00	Неотабилизированное	Переменное	Напряжение отсутствует при работе узла от сети 24 В
6,3	300	I00	Переменное	Под потенциалом минус 900 В

Выпрямители плюс I0 и минус I0 В выполнены по двухполупериодной схеме выпрямления со средней точкой на диодах Д44, Д45, Д48, Д49. Выпрямленные напряжения фильтруются сначала емкостными фильтрами (конденсаторы CI36, CI38), а затем RC фильтрами (конденсаторы CI2I, CI25, CI29, CI26, CI27, резисторы R272, R273, R276, R277).

Выпрямитель минус 50 В выполнен по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д43, Д50. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным, а затем RC фильтром (конденсаторы CI24, CI35, резистор R275).

Выпрямитель +80 В выполнен по двухполупериодной схеме со средней точкой на диодах Д42, Д5I. Выпрямленное напряжение фильтруется сначала емкостным, а затем RC фильтром (конденсаторы CI34, CI33, резистор R274).

Выпрямитель минус 900 В выполнен по однополупериодной схеме выпрямления с удвоением напряжения на диодах Д36, Д37, конденсаторах CI4I, CI44.

Выпрямитель +2500 В выполнен по однополупериодной схеме выпрямителя с ушестерением напряжения на диодах Д30-Д35 и конденсаторах CI3I, CI32, CI39, CI40, CI42, CI43. Умноженное напряжение фильтруется RC фильтром - конденсатор CI22, резистор R27I.

Переменное стабилизированное напряжение 6,3 В снимается со вторичной обмотки трансформатора Тр2.

Переменное нестабилизированное напряжение 6,3 В снимается с трансформатора Тр4. Оно питает лампочки подсвета шкалы. При включении узла питания в сеть постоянного напряжения 24 В это напряжение отсутствует.

Выпрямитель стабилизатора ±I9 В выполнен по мостовой схеме со средней точкой на диодах Д58-Д6I. Выпрямленное напряжение фильтруется RC фильтром (конденсаторы CI58, CI59, резистор R292).

Отфильтрованное напряжение подается на стабилизатор напряжения, в котором ПП70 - регулирующий транзистор, ПП7I, ПП72 - составные транзисторы, ПП69, ПП73 - транзисторы дифференциального усилителя.

При повышении напряжения сети напряжение на выходе стабилизатора увеличивается. Одновременно увеличивается положительное напряжение на базе транзистора ПП69. Транзистор приоткрывается, ток его эмиттера возрастает. Напряжение на резисторе R286 увеличивается, подзакрывая транзистор ПП73. Напряжение на переходах коллектор-эмиттер транзисторов ПП70-ПП72 увеличивается, оставляя постоянным выходное напряжение. Стабилизатор работает аналогично и при уменьшении напряжения питающей сети, а также при изменении тока нагрузки.

Выходное напряжение стабилизатора можно регулировать потенциометром R283 в пределах I8-20 В.

Питание опорного диода Д56 в момент включения осуществляется нестабилизированным напряжением через резистор R290, а при появлении стабилизированного напряжения - через резистор R285 и диод Д53.

Емкость CI57 служит для уменьшения внутреннего сопротивления стабилизатора при различных частотах изменения тока.

Для устранения условий самовозбуждения схемы и уменьшения пульсаций на выходе стабилизатора служит емкость CI53.

Стабилизированное напряжение I9 В питает полупроводниковый преобразователь постоянного напряжения в переменное и усилитель мощности.

Преобразователь выполнен по двухтактной схеме с самовозбуждением, обратной связью по напряжению и включением транзисторов с

общим эмиттером. Частота генерации порядка 2,5 кГц, форма импульсов - прямоугольная.

В схему преобразователя входят транзисторы ПП67, ПП68, резисторы R281, R282, конденсатор С150 и трансформатор Тр3.

Усилитель мощности выполнен на транзисторах ПП63, ПП64.

При питании узла от сети 24 В напряжение подводится непосредственно на вход стабилизатора.

Диод Д61 защищает стабилизатор от неправильного подключения его в сеть постоянного напряжения.

4.3. Конструкция

Конструктивно прибор выполнен в неразъемном каркасе с легкосъемными крышками, причем выполняются требования полевого переносного прибора.

Каркас прибора состоит из литых панелей (передней и задней), соединенных двумя литыми боковыми стяжками. Жесткость каркасу придают также передняя панель, две поперечные стенки (задняя и средняя), две продольные стенки и горизонтальное шасси.

Поперечные стенки крепятся к боковым стяжкам, а горизонтальное шасси и продолные стенки - к поперечным стенкам и передней панели прибора.

На передней панели прибора находятся:

экран ЭЛТ с обрамлением; все органы управления, снабженные соответствующими надписями.

На задней стенке расположены:

разъем питания, предохранители, гнезда "Вход Z ".

Электромонтаж прибора выполнен на печатных платах, за исключением крупногабаритных элементов, расположенных на шасси, средней стенке и продольных стенках.

Для улучшения доступа к элементам некоторые платы сделаны откидными.

Для устранения магнитных наводок ЭЛТ помещена в пермалоевый экран, который крепится к передней панели и средней стенке.

Высоковольтный блок прибора закрыт крышкой с предупредительной надписью.

Для защиты прибора предусмотрены легкосъемные верхняя и нижняя крышки, которые крепятся к боковым стяжкам специальными винтами. На крышках предусмотрены отверстия для вентиляции прибора.

На нижней крышке установлены амортизаторы.

Ручка переноса имеет П-образную форму и крепится к боковым стяжкам. При работе с осциллографом ручка переноса служит подставкой, позволяющей устанавливать его в фиксированном наклонном положении.

В связи с тем, что изготовитель ведет непрерывную работу по улучшению качества и надежности выпускаемых изделий, в некоторых осциллографах могут иметь место незначительные схемные и конструктивные изменения, не ухудшающие технических и эксплуатационных характеристик осциллографа.

5. МАРКИРОВАНИЕ И ПЛОМБИРОВАНИЕ

Наименование и тип осциллографа нанесены на передней панели.

На угольнике задней части осциллографа нанесены заводской номер и год выпуска.

Элементы на печатных платах и элементы, установленные на шасси, передней и задней стенках осциллографа, имеют маркировку, соответствующую принципиальной схеме.

На кабелях и шнурах питания имеются бирки с обозначением номера чертежа на них.

Осциллограф пломбируется тремя пломбами. Для пломб используются гнезда на верхней и нижней крышках и задней стенке осциллографа.

6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

6.1. Установка осциллографа

Перед установкой осциллографа на рабочее место следует его протереть чистой сухой тряпкой.

Для удобства работы с осциллографом ручка переноса, закрепленная на боковых стяжках, используется как подставка, для установки которой необходимо в местах крепления одновременно нажать на нее, повернуть и отпустить, зафиксировать под нужным углом.

Осциллограф во время работы должен быть установлен так, чтобы воздух свободно поступал и выходил из него.

Вентиляционные отверстия кожуха осциллографа не должны быть закрыты другими предметами.

6.2. Питание осциллографа

Следует помнить, что питание осциллографа может осуществляться от сети 220 В, 50 и 400 Гц; от сети 115 В, 400 Гц и от источника постоянного тока напряжением 24 В. Поэтому перед включением прибора необходимо убедиться в соответствии подсоединенного шнура питания, правильности положения тумблера напряжения сети, убедиться в наличии и соответствии предохранителей на задней стенке осциллографа.

ВНИМАНИЕ!

Шнур питания, предназначенный для подключения осциллографа в сеть, оканчивается вилкой, а шнур питания, предназначенный для подключения осциллографа к источнику постоянного напряжения 24 В, оканчивается штеккерами с гравировкой полярности.

Включение осциллографа в сеть переменного тока с напряжением 220 и II5 В соединительным шнуром, предназначенным для подключения осциллографа к источнику постоянного тока напряжением 24 В, недопустимо, т.к. это ведет к выходу осциллографа из строя.

Перед подключением осциллографа к источнику питания необходимо заземлить корпус осциллографа.

7. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

По требованию электробезопасности осциллограф соответствует I классу защиты.

В осциллографе имеются напряжения, опасные для жизни, поэтому категорически запрещается работа с осциллографом без защитного кожуха и незаземленного корпуса.

Все перепайки делать только при выключенном тумблере "Сеть", а при перепайках в схеме блока питания и на лицевой панели прибор полностью отключить во избежание поражения напряжением сети.

Следует помнить, что снятие экранов увеличивает опасность поражения.

При измерениях в схеме питания ЭЛТ следует пользоваться высоковольтным пробником, так как в схеме имеется высокое напряжение. Напряжение +2,5 кВ имеется на послеускоряющем электроде ЭЛТ, при этом надо иметь в виду, что это напряжение сохраняется и после выключения прибора в течение 3-5 мин.

8. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

8.I. Органы управления и регулировки

Передняя панель (рис. 3)

Тумблер "ВКЛ.ПИТАНИЕ"	- для включения и выключения прибора
Ручка "Яркость I"	- для установки необходимой яркости луча ЭЛТ канала УI
Ручка "Фокус I"	- для фокусировки луча ЭЛТ канала УI
Ручка "Астигм. I"	- для устранения астигматизма ЭЛТ канала УI

Ручка "Шкала"	- для регулировки освещения шкалы экрана прибора
Ручка "Яркость II"	- для установки необходимой яркости луча ЭЛТ канала УII
Ручка "Фокус II"	- для фокусировки луча ЭЛТ канала УII
Ручка "Астигм. II"	- для устранения астигматизма ЭЛТ канала УII
Ручки, обозначенные " ⟷ " с надписью "Плавно", "Грубо"	- для перемещения лучей ЭЛТ по горизонтали
Клемма корпусная ⊕	- для заземления корпуса прибора

Усилитель УI

Тумблер " ≈ ", " ∼ "	- для выбора открытого или закрытого входа усилителя УI
Коаксиальное гнездо "Вход I MΩ 40 pF"	- для подачи исследуемых сигналов на усилитель УI
Большая ручка переключателя "Вольт/дел."	- для переключения входного аттенюатора канала УI
Малая ручка на оси переключателя "Вольт/дел." - "Усиление"	- для плавной регулировки коэффициента отклонения усилителя УI
Ручка, обозначенная " ↕ "	- для перемещения луча канала УI по вертикали
Выведенный шлицом потенциометр "Корр."	- для калибровки коэффициента отклонения усилителя УI
Выведенный шлицом потенциометр "Баланс"	- для балансировки усилителя УI

Усилитель УII

Тумблер " ≈ ", " ∼ "	- для выбора открытого или закрытого входа усилителя УII
Коаксиальное гнездо "Вход I MΩ 40pF"	- для подачи исследуемых сигналов на усилитель УII
Большая ручка переключателя "Вольт/дел."	- для переключения входного аттенюатора канала УII
Малая ручка на оси переключателя "Вольт/дел." - "Усиление"	- для плавной регулировки коэффициента отклонения усилителя УII
Ручка, обозначенная " ↕ "	- для перемещения луча канала УII по вертикали
Выведенный шлицом потенциометр "Корр."	- для калибровки коэффициента отклонения усилителя УII
Выведенный шлицом потенциометр "Баланс"	- для балансировки усилителя УII

Развертка

Тумблер "хI", "х0,2"	- для умножения длительности развертки
Большая ручка переключателя "Длительность Время/дел."	- для переключения длительности развертки
Малая ручка на оси переключателя "Длительность Время/дел." - "Плавно"	- для плавной регулировки длительности развертки
Гнездо "Выход ⅄ "	- для выхода пилообразного напряжения положительной полярности

Синхронизация

Большая ручка переключателя вида синхронизации "Внеш., Внутр. I, Внутр. II, Вход X"	- для установки внутренней или внешней синхронизации, а также для подключения входа усилителя "X" к гнезду "Вход" синхронизатора
Малая ручка на оси переключателя вида синхронизации "Уровень"	- для выбора уровня запуска развертки
Ручка "Стаб."	- для выбора режима работы генератора развертки (ждущий, автоколебательный)
Гнезда: "Вход" "I:I"	- для подачи внешних синхронизирующих сигналов и подачи сигналов на вход "X" без ослабления
"Вход" "I:I0"	- для подачи внешних синхронизирующих сигналов и подачи сигналов на вход "X" с ослаблением в I0 раз
Тумблер " ~ ", " ≂ "	- для установки закрытого или открытого входа синхронизации
Тумблер "+", "-"	- для выбора полярности синхронизации

Калибратор

Ручка " V "	- для установки выходного напряжения калибратора
Тумблер " ⊓ 2 kHz", "-"	- для переключения вида калибрационного напряжения
Гнездо "Выход"	- для выхода калибрационного напряжения

Органы управления, расположенные на правой боковой стенке прибора

"Калибр. длит." "хI", "х0,2"	- для калибровки коэффициентов развертки

Органы управления, расположенные на задней стенке прибора

Гнездо "Вход Z "	- для подачи сигнала, производящего яркостную модуляцию лучей
Вставки плавкие "0,5А-220 В", "2 А-II5 В", расположенные в штырьках вилки разъема питания сети	- для предохранения прибора при включении его в сеть 220 В, 50 Гц и 400 Гц; II5 В, 400 Гц
Держатель вставки плавкой "3 А"	- для предохранения прибора при подключении его к источнику постоянного напряжения 24 В
Тумблер " ~ II5 В, ~ 220 В"	- для переключения прибора на соответствующее напряжение сети

8.2. Подготовка осциллографа к включению

Перед включением прибора в сеть предварительно установить органы управления в следующие положения:

ручки "Яркость I", "Яркость II", "Фокус I", "Фокус II", "Астигм. I", "Астигм. II", "Уровень"	- среднее
"Стаб."	- крайнее правое
тумблеры усилителей УI, УII, " ~ ", " ≂ "	- в положение " ~ "
тумблер входа синхронизации " ~ ", " ≂ "	- в положение " ~ "
тумблер "+", "-"	- в положение "+"
ручку синхронизации "Внеш", "Внутр. I", "Внутр. II", "Вход X"	- в положение "Внутр. I"
ручки "Вольт/дел."	- в положение "0,0I"
ручку "Длительность Время/дел."	- в положение "0,I ms"
тумблер "хI", "х0,2"	- в положение "хI"

9. ПОРЯДОК РАБОТЫ

9.I. Подготовка к проведению измерений

Соединить прибор соответствующим шнуром с источником напряжения и тумблер "ВКЛ. ПИТАНИЕ" установить в верхнее положение.

При этом должна загореться сигнальная лампочка.

Через 2-3 мин после включения прибора следует отрегулировать яркость и фокусировку линий разверток с помощью ручек "Яркость", "Фокус", "Астигм.".

Если лучей ЭЛТ не будет на экране при максимальной яркости, то необходимо переместить лучи в пределы рабочей части экрана при помощи ручек " ↕ " и " ⟷ ".

После I5-20-минутного прогрева осциллографа сбалансировать поочередно усилители УI и УII.

Для этого, не подавая сигнал на входы усилителей, ручками " ↕ " линию развертки переместить в среднее положение рабочей части экрана ЭЛТ и регулировкой "Баланс", выведенной шлицом на переднюю панель, добиться независимости положения линий развертки от переключения ручек "Вольт/дел.".

Установить ручки "Вольт/дел." в положение "0,05", а ручки "Усиление" - по часовой стрелке до отказа.

Ручку " V " калибратора установить в положение "0,2". Тумблер " ⎍ 2 kHz ", "-" калибратора в положение " ⎍ 2 kHz ". При помощи прямого кабеля подать поочередно на входы усилителей УI и УII калибрационное напряжение с гнезда "Выход".

Если изображение амплитуды калибровочного напряжения не равно четырем делениям шкалы ЭЛТ, то необходимо регулировкой "Корр.", выведенной шлицом на передней панели прибора, установить амплитуду калибрационного напряжения, равной четырем делениям шкалы.

После этого прибор готов к работе и можно приступить к выбору режима работы и проведению необходимых наблюдений и измерений.

Осуществление необходимых измерений и наблюдений производится по экрану электронно-лучевой трубки. Экран электронно-лучевой трубки снабжен прозрачной шкалой, используемой для измерений по вертикали и горизонтали. Шкала разделена на 8 шестимиллиметровых делений по вертикали и I0 шестимиллиметровых делений по горизонтали. В центре шкалы каждое шестимиллиметровое деление разделено на 5 равных частей.

Ручкой "Шкала" устанавливают яркость подсвета делений, необходимую для проведения измерений.

Для увеличения четкости изображения, а также для создания более приятного для глаза свечения экрана, прибор снабжен фильтром, который устанавливается перед шкалой ЭЛТ.

Исследуемые сигналы подаются на коаксиальные гнезда "Вход I MΩ 40 pF " усилителей УI и УII.

Для подключения исследуемого сигнала в комплект прибора входят три типа кабелей:

прямой кабель; выносной делитель I:I0, выносной высоковольтный делитель I:I0.

Прямой кабель применяется для исследования сигналов с амплитудой от 30 мВ до I40 В. При подключении прямого кабеля входное сопротивление прибора равно I МОм с параллельной емкостью, величина которой зависит от типа используемого прямого кабеля.

Выносным делителем можно пользоваться во всех случаях при исследовании сигналов с амплитудой от 0,3 до 300 В, а также при необходимости увеличения входного сопротивления прибора и уменьшения входной емкости.

При подключении выносного делителя входное сопротивление прибора становится равным I0 МОм, с параллельной емкостью не более I5 пФ.

Выносным высоковольтным делителем можно пользоваться при исследовании сигналов от 0,3 до I500 В. При подключении высоковольтного делителя входное сопротивление прибора становится равным I0 МОм с параллельной емкостью не более I8 пФ.

Для проведения необходимых наблюдений и измерений исследуемых сигналов изображение на экране прибора должно быть устойчивым и иметь величину, удобную для рассмотрения. Для этого требуется установить необходимый режим работы развертки, вид синхронизации, ослабление входных аттенюаторов, род.работы усилителей вертикального отклонения.

Выбор нужных положений этих органов управления определяется формой и величиной исследуемого сигнала и особенностями исследуемой схемы.

Ниже излагаются общие соображения, которыми следует руководствоваться при выборе режима работы.

Режим работы развертки (ждущий, автоколебательный) устанавливается ручкой "Стаб".

Поворотом ручки "Стаб." вправо до появления развертки получим автоколебательный режим развертки. Поворотом ручки влево на 5-I0° от точки срыва развертки получим ждущий режим развертки.

Длительность развертки выбирается такой, чтобы можно было наблюдать форму исследуемого сигнала. Если длительность исследуемого сигнала известна, можно заранее установить переключатель длительности развертки "Длительность Время/дел." и множитель развертки "xI", "x0,2" в требуемое положение.

Плавная регулировка длительностей развертки осуществляется

потенциометром, спаренным с переключателем длительностей развертки, и обозначена на лицевой панели надписью "Плавно".

Значения длительностей развертки, обозначенные на передней панели прибора, верны в крайнем правом положении ручки "Плавно". В этом положении ручка потенциометра имеет механическую фиксацию.

Синхронизировать развертку в большинстве случаев наиболее удобно исследуемым сигналом. Для этого ручку "Синхронизация" нужно установить в положение "Внутр. I" или "Внутр. II", в зависимости от того, сигналом какого канала желательно засинхронизировать развертку.

При внешней синхронизации следует источник внешнего синхронизирующего напряжения соединить с гнездом "Вход I:I", либо "Вход I:IO" и ручку "Синхронизация" установить в положение "Внеш.".

При выборе режима работы усилителей вертикального отклонения нужно руководствоваться следующими соображениями.

Режим усиления постоянного тока (открытый вход) предназначен для исследования входного сигнала, содержащего переменную и постоянную составляющие.

Регулировка амплитуды входного сигнала производится входными аттенюаторами. Они обозначены на передней панели прибора надписью "Вольт/дел.". Значения коэффициентов отклонения усилителей вертикального отклонения, обозначенные на передней панели, верны лишь при крайнем правом положении ручек "Усиление". Потенциометры "Усиление" спарены с переключателями входных аттенюаторов и имеют в крайнем правом положении механическую фиксацию.

9.2. Проведение измерений

Для наблюдения исследуемых сигналов и измерения их основных параметров, таких как амплитуда, частота, временные интервалы, фазовый сдвиг, в подавляющем большинстве случаев можно ограничиться следующими режимами развертки и синхронизации.

<u>Ждущая развертка с синхронизацией исследуемым сигналом</u>

Установить ручку выбора рода синхронизации в положение "Внутр. I" или "Внутр. II" в зависимости от используемого канала, ручку "Уровень" - в одно из крайних положений. Если приблизительно известна длительность исследуемого сигнала, переключатель длительности развертки следует поставить в требуемое положение.

Тумблер множителя длительности устанавливается в положение "xI" или "x0,2".

Переключатель входного аттенюатора соответствующего канала установить в положение, при котором величина исследуемого сигнала на экране прибора наиболее удобна для наблюдения. Тумблер режима работы усилителя установить в требуемое положение. Подать исследуемый сигнал на гнездо "Вход I MΩ 40 pF " используемого вертикального канала через соединительный кабель.

Вращая ручку "Стаб." из крайнего левого положения вправо, добиться появления изображения на экране ЭЛТ. Вращением той же ручки в обратную сторону установить ее в положение, при котором развертка срывается. Поворачивая ручку "Уровень" синхронизации, установить ее в такое положение, при котором появляется устойчивое изображение сигнала.

Для получения устойчивой синхронизации низкочастотных сигналов ручка "Стаб." должна находиться в положении возможно близком к срыву развертки.

Тумблером полярности синхронизации можно осуществить запуск развертки от положительной или отрицательной части сигнала, установив тумблер в положение "+" или "-".

<u>Непрерывная развертка с синхронизацией исследуемым сигналом</u>

Провести те же операции с прибором, что и для работы в ждущем режиме; необходимо только при отсутствии сигнала на входе повернуть ручку "Стаб." до появления на экране линии развертки. Подав на одно из гнезд "Вход I MΩ 40 pF " усилителей исследуемый сигнал, поворачивая ручку "Уровень" синхронизации, получить устойчивое изображение. Если поворот этой ручки не дает устойчивого изображения, следует добиться его незначительным поворотом ручки "Стаб.".

<u>Синхронизация от внешнего источника</u>

Для синхронизации развертки внешним сигналом необходимо ручку выбора рода синхронизации поставить в положение "Внеш." и подать сигнал на одно из гнезд "Вход I:I или I:IO".

Положение тумблера полярности синхронизации "+" или "-" должно соответствовать полярности синхронизирующего сигнала.

<u>Развертка от внешнего источника</u>

Если для горизонтального отклонения луча необходимо использовать не пилообразное напряжение генератора развертки, а посторонний сигнал, например, для измерения частот методом фигур Лиссажу, для получения синусоидальных и иных форм развертки, то следует

установить ручку "Синхронизация" в положение "Вход X", а развертывающее напряжение от внешнего источника подать на одно из гнезд "Вход I:I или I:I0".

Внешняя модуляция луча по яркости

Для модуляции внешним сигналом луча по яркости необходимо на гнездо "Вход Z ", находящееся на задней стенке прибора, подать модулирующий сигнал.

Для получения неподвижных яркостных меток на экране ЭЛТ необходимо этим же сигналом засинхронизировать развертку.

Измерение временных интервалов

При измерении временных интервалов необходимо ручку "Плавно" установить в крайнее правое положение. В этом положении ручки "Плавно" развертка калибрована и соответствует градуировке переключателя "Длительность Время/дел.".

Перед проведением измерения временных интервалов рекомендуется проверить калибровку длительности развертки по внутреннему калибратору, частота следования импульсов которого равна 2 кГц±0,06 кГц. Для этого на вход одного из усилителей подается напряжение с выхода калибратора "Выход" соответствующей амплитуды. Переключатель "Длительность Время/дел." поставить в положение "0,5 ms" "xI". При этом должно укладываться I0 периодов на I0 делениях шкалы и при "x0,2" - два периода на I0 делениях шкалы. Калибровка производится потенциометрами, выведенными шлицами с правой стороны и обозначенными "Калибр. длит.", "xI", "x0,2".

Измеряемый временной интервал желательно установить в центре экрана с помощью ручки " ⟷ ".

Переключатель длительности развертки и тумблер множителя развертки следует установить в такое положение, чтобы измеряемый интервал времени занимал длину на экране не менее четырех делений шкалы. Для уменьшения погрешности измерения за счет толщины линии развертки измерения производятся или оба по правым или оба по левым краям линий изображения. Точность измерения временных интервалов увеличивается при увеличении длины измеряемого расстояния на экране ЭЛТ.

Поэтому при измерениях необходимо правильно выбирать рабочую длительность развертки.

Измеряемый временной интервал определяется произведением трех величин: длины измеряемого интервала времени на экране по горизонтали в делениях шкалы, значения величины времени на единицу деления шкалы в данном положении переключателя "Длительность Время/дел." и значения множителя развертки ("xI"; "x0,2").

Измерение временных интервалов можно произвести при помощи яркостных меток. Для модуляции можно использовать синусоидальное или импульсное напряжение внешнего источника.

Для этого необходимо получить на экране ЭЛТ четкое неподвижное изображение и использовать режим внешней синхронизации развертки модулирующим сигналом. Затем ручками "Яркость" и "Фокус" отрегулировать изображение так, чтобы на экране осциллографа были видны четкие яркие метки с темными промежутками между ними. Длительность временного интервала определяется методом подсчета количества периодов следования меток, укладывающихся на его изображении.

Измерение частоты

Частоту сигнала можно определить, измерив его период T:

$$f = \frac{I}{T}$$

Подсчитывают расстояние в делениях целого числа периодов сигнала, укладывающихся наиболее близко к I0 делениям шкалы.

Пусть, например, 5 периодов занимают расстояние 8,45 делений при длительности развертки T_p = 2 мкс/дел.

Тогда искомая частота сигнала равна:

$$f = \frac{n}{I \cdot T_p} = \frac{5}{8{,}45 \cdot 2 \cdot I0^{-6}} = \frac{5 \cdot I0^6}{I6{,}9} = 296 \text{ кГц}.$$

Другим методом определения частоты является сравнение неизвестной частоты с эталонной частотой по фигурам Лиссажу. В этом случае на вход усилителя вертикального отклонения подается сигнал, частоту которого необходимо измерить, а на усилитель горизонтального отклонения - напряжение от генератора образцовой частоты.

При сближении частот на экране появляется вращающийся эллипс, остановка которого указывает на полное совпадение частот.

При кратном соотношении частот на экране получается более сложная фигура, причем частота по вертикали так относится к частоте по горизонтали, как число точек касаний к касательной по горизонтали относится к числу точек касаний к касательной по вертикали.

Возможно также определение частоты с помощью яркостных меток, получаемых путем подачи эталонной частоты, кратной исследуемому сигналу, на гнездо "Вход Z ".

Измерение амплитуды исследуемых сигналов

Перед проведением измерения амплитуды исследуемого сигнала рекомендуется проверить поочередно калибровку коэффициента отклонения усилителей УI и УII по калибратору амплитуды.

Для этого ручки выходных аттенюаторов "Вольт/дел." установить в положение "0,05", ручки "Усиление" - в крайнее правое положение.

Ручку калибратора " V " установить в положение "0,2", тумблер вида калибрационного напряжения в положение " ⎍ 2 kHz ". При помощи прямого кабеля поочередно подать на входы усилителей УI и УII калибрационное напряжение с гнезда "Выход". Установить один из диапазонов развертки, обеспечивающий две параллельные линии изображения прямоугольного импульса калибратора. Ручками " ↕ " добиться совпадения на экране двух параллельных линий изображения с делениями шкалы. Величина изображения при этом должна быть равной 4 делениям. При несоответствии произвести корректировку потенциометрами "Корр.", выведенными шлицами на переднюю панель прибора.

Для уменьшения погрешности установки за счет толщины линий и перекоса вершины калибровочного импульса необходимо совмещать с линиями шкалы или оба верхних или оба нижних края линий изображения. Совмещение следует производить в точках скрещивания с одной и той же вертикальной линией в середине шкалы.

После совмещения линии чувствительности трактов вертикального отклонения лучей будут соответствовать величинам, обозначенным на шкале переключателей "Вольт/дел.".

Измерение амплитуды исследуемых сигналов производится следующим образом. На вход усилителя УI или УII подается исследуемый сигнал. Ручка "Усиление" должна находиться в крайнем правом положении. При помощи ручек " ↕ " и " ⟷ " сигнал совмещается с нужными делениями шкалы, и измеряется размах изображения по вертикали в делениях.

Величина исследуемого сигнала в вольтах будет равна произведению измеренной величины изображения в делениях, умноженной на цифровую отметку показаний переключателя "Вольт/дел.". При работе с выносным делителем I:I0 полученный результат необходимо умножить на I0. Точность измерений амплитуд гарантируется при размере изображения от 3 до 7 делений. Поэтому входной аттенюатор необходимо поставить в такое положение, при котором размер исследуемого сигнала получается наибольшим в пределах рабочей части экрана.

Примечание. Для уменьшения погрешности измерения калибровку коэффициента отклонения усилителя нужно производить в том положении входного делителя "Вольт/дел.", в котором производится измерение. При этом исключается погрешность, вносимая входным делителем. Если при измерениях используется выносной делитель. для уменьшения погрешности его деления, калибровку усилителя производить с выносным делителем.

Измерение сдвига фаз

Двухлучевой осциллограф дает возможность измерения фазового угла между двумя сигналами одинаковой частоты. Фазовый угол измеряется непосредственно на экране электронно-лучевой трубки.

Один сигнал подается на вход УI, а второй - на вход УII. Если подобрать длительность разверток так, чтобы один период синусоидального сигнала, равный 360°, занимал длину, например, I0 делений, то тогда деление шкалы будет соответствовать 36°.

Совмещаем сигналы при помощи ручек " ⟷ ". Измеряя расстояние в делениях между соответствующими точками изображения двух фаз и умножая его на число градусов, приходящихся на одно деление, получим сдвиг фаз в градусах.

I0. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

I0.I. Общие указания по ремонту

Ремонт прибора должен проводиться в условиях радиоизмерительной лаборатории. Во время ремонта следует строго придерживаться мер безопасности, изложенных в разделе 7 настоящей инструкции.

Настоящей инструкцией невозможно предусмотреть и дать готовые рецепты на отыскание и устранение всех возможных неисправностей.

В приведенной ниже табл. 4 даны только наиболее возможные и простые неисправности, их признаки и способы устранения, поэтому данную таблицу нельзя считать полной.

В приложении к настоящему описанию приведены принципиальная схема, карта сопротивлений и режимов, на которых указаны напряжения и величины сопротивления характерных точек схемы, осциллограммы импульсных напряжений, а также чертежи расположения элементов схемы, которыми следует пользоваться при определении неисправностей и их устранении.

Методика ремонта прибора ничем не отличается от обычной методики ремонта радиотехнического оборудования.

Прежде чем приступить к отысканию неисправностей в приборе, необходимо убедиться, что неисправность прибора не вызвана неправильной установкой ручек управления, проверить наличие и исправность вставок плавких прибора.

Вставки плавкие 0,5 А (или 2 А - при сети II5 В) расположены в штырьках вилки разъема питания.

При отыскании неисправностей прежде всего нужно проверить схему стабилизатора I9 В. Неверная величина выходного напряжения этой схемы будет влиять на работу всего прибора. Затем необходимо проверить все выпрямленные напряжения.

Довольно часто о характере неисправности можно судить по положению луча ЭЛТ.

Например, если отсутствует вертикальное перемещение одного из лучей ЭЛТ, а яркость и горизонтальное отклонение луча регулируются, то, очевидно, неисправность находится в схеме соответствующего усилителя вертикального отклонения, которую и нужно исследовать в первую очередь.

Прежде чем устранить неисправность, следует тщательно проверить наличие контактов в местах подключения к прибору.

Вскрытие прибора осуществляется на основании раздела 4.3 настоящего описания.

ЭЛТ вынимается и вставляется через переднюю панель.

Для того, чтобы снять ЭЛТ, необходимо:

снять обрамление (отвинтить 4 винта);

снять шкалу;

отпустить винт, стягивающий эластичный хомут в хвостовой части ЭЛТ;

снять панельку с трубки и наконечники с выводов пластин и послеускоряющего электрода ЭЛТ.

При установке ЭЛТ все операции необходимо повторить в обратном порядке.

При нарушении влагозащитного покрытия печатных плат в процессе эксплуатации и ремонта прибора поврежденные места очистить бязевым тампоном, смоченным спирто-бензиновой смесью, просушить в течение 30–40 мин при температуре I8–35 °С, затем покрыть двумя слоями влагозащитного лака и просушить в течение 5–6 ч при температуре I8–35 °С.

I0.2. Указания по замене элементов

Замену вышедших из строя полевых транзисторов ПП1, ПП38 (ПП19, ПП37) производите подобранной парой полевых транзисторов.

Транзисторы подбирайте попарно с помощью измерителя статических параметров транзисторов по методике E_c = 8 В, E = 0 В и разбросу параметров транзисторов ПП1 (ПП19) относительно параметров транзисторов ПП38 (ПП37) согласно табл. 3.

Таблица 3

Режим транзисторов при подборе	Контролируемые параметры	Величина разброса параметров транзистора ПП1 относительно ПП38, %
$U_{з0} = 0$ $E_c = 8$ В	I_{c0} = I,5 – 5 мА	Не более 5
$I_{cI} = 0{,}I\ I_{c0}$ $E_c = 8$ В	$\lvert U_{зI} \rvert$ В	Не более 5

I_{c0} – ток стока насыщения транзистора при напряжении при затворе $U_{з0} = 0$;

$U_{зI}$ – абсолютная величина напряжения на затворе транзистора при токе стока $I_{cI} = 0{,}I\ I_{c0}$.

При замене полевых транзисторов на их корпус не должен попадать флюс и припой.

I0.3. Краткий перечень возможных неисправностей

Возможные неисправности и методы их устранения приведены в табл. 4

Таблица 4

Вид неисправности	Вероятная причина неисправности	Метод устранения неисправности
I	2	3
При включении тумблера "Вкл. питание" плавятся предохранители ПрI, Пр2 или перегревается трансформатор Тр2	Короткое замыкание во вторичных или первичных цепях трансформатора	Проверить трансформатор
	Пробой выпрямительных диодов Д58-Д6I	Проверить диоды, неисправные заменить
	Пробой электролитических конденсаторов СI58, СI59	Проверить конденсаторы, неисправные заменить
	Выход из строя транзисторов ПП63, ПП64	Проверить транзисторы, неисправные заменить
Не стабилизирует стабилизатор I9 В	Неисправен стабилитрон Д56	Проверить величину опорного напряжения на стабилитроне, неисправный заменить

I	2	3
	Неисправны транзисторы ПП69–ПП73	Неисправные транзисторы заменить
Не регулируется выходное напряжение стабилизатора	Неисправны транзисторы ПП69–ПП73	Неисправные транзисры заменить
	Неисправен потенциометр R283	Неисправный потенциометр заменить
Отсутствуют или сильно занижены выходные напряжения узла питания	Вышли из строя транзисторы ПП63, ПП64, ПП67, ПП68	Неисправные транзисторы заменить
	Пробой выпрямительных диодов Д30–Д5I	Неисправные диоды заменить
	Неисправен стабилизатор ±I9 В	Проверить работу стабилизатора
Сильно греются резисторы R27I–R277	Короткое замыкание или значительное увеличение тока в узлах осциллографа	Устранить короткое замыкание или перегрузку
Отсутствуют лучи на экране ЭЛТ	Плохой контакт панели ЭЛТ	Исправить контакт или заменить панель ЭЛТ
	Неисправна ЭЛТ	Заменить ЭЛТ
	Нет всех необходимых питающих напряжений ЭЛТ	Проверить и устранить неисправность в цепях питания ЭЛТ
	Неисправна схема бланкирующих импульсов	Проверить схему и устранить неисправность
Не перемещается луч ЭЛТ по вертикали I канала	Неисправны транзисторы ППI–ПП3, ПП38	Неисправные транзисторы заменить
	Неисправен потенциометр RI3	Заменить потенциометр
Луч ЭЛТ не перемещается по горизонтали	Неисправны транзисторы ПП58–ПП6I	Неисправные транзисторы заменить
	Неисправны потенциометры R253, R249	Заменить потенциометр
Нет усиления по вертикали в первом канале	Неисправны транзисторы ППI–ПП8, ПП38	Неисправные транзисторы заменить
	Неисправен переключатель В2 входного аттенюатора	Исправить или заменить переключатель

I	2	3
Нет усиления по вертикали во втором канале	Обрыв входного кабеля	Исправить
	Неисправны транзисторы ППI9–ПП37	Неисправные транзисторы заменить
	Неисправен переключатель В4 входного аттенюатора	Исправить или заменить переключатель
Не запускается развертка	Обрыв входного кабеля	Исправить
	Неисправны транзисторы ПП48–ПП57	Неисправные транзисторы заменить
	Неисправны диоды Д2I, Д22, Д24–Д27	Неисправные диоды заменить
	Неисправны потенциометры R2I2, R237	Заменить потенциометр
	Нет контакта в переключателе В9	Исправить или заменить переключатель
Генератор развертки не синхронизируется	Неисправны транзисторы ПП42, ПП44–ПП47, ППI0, ПП28	Неисправные транзисторы заменить
	Неисправен диод ДI9	Заменить диод
	Неисправен потенциометр RI92	Заменить потенциометр
	Неисправен тумблер В8	Заменить тумблер
Не работает калибратор	Неисправен переключатель В6	Исправить или заменить переключатель
	Неисправны транзисторы ПП39, ПП40	Неисправные транзисторы заменить
	Неисправна микросхема МСI	Заменить микросхему
	Неисправен переключатель В5	Исправить или заменить переключатель
	Неисправен потенциометр RI80	Заменить потенциометр

I0.4. Описание органов подстройки

R2I – балансировка усилителя канала I.
R24 – дополнительная балансировка усилителя канала I.
R36 – калибровка коэффициента отклонения усилителя канала I.

R105 – балансировка усилителя канала II.
R108 – дополнительная балансировка усилителя канала II.
R120 – калибровка коэффициента отклонения усилителя канала II.
R180 – установка напряжения калибратора.
R264, R267 – компенсация разброса чувствительности горизонтально-отклоняющих пластин ЭЛТ.
R269 – калибровка длительности развертки без растяжки.
R270 – калибровка длительности развертки при 5-кратной растяжке.
R283 – установка стабилизированного напряжения 19 В.
R293 – регулировка геометрических искажений.
C3, C39 – подстройка делителей 1:10 – 0,1 В/дел.
C12, C48 – подстройка делителей 1:100 – 1 В/дел.
C15, C51 – подстройка делителей 1:1000 – 10 В/дел.
C6, C7, C8, C42, C43, C44 – подстройка входной емкости делителей.
R187 – подстройка частоты калибратора.

Внутренними органами подстройки и регулировки пользуются только после смены электровакуумных и полупроводниковых приборов и делителей, влияющих на изменение параметров прибора, а также по мере необходимости после длительной работы.

10.5. Регулировка и калибровка прибора

Регулировка узла питания

После замены полупроводниковых приборов, установленных в узле питания, а также после ремонта необходимо произвести проверку и подрегулировку выходных напряжений.

Регулировка узла питания производится совместно со всеми узлами осциллографа в рабочем положении.

Для регулировки и проверки необходимы следующие измерительные приборы:

амперметр Э514, вольтметр М502/2, вольтметр Д552 (300 В), вольтметр С50/8 (3 кВ), вольтметр С50/8 (1500 В), амперметр Э513 (0,5 А), осциллограф С1-68, автотрансформатор РНО-250-2.

Осциллограф подключается к питающей сети через автотрансформатор. Ручка автотрансформатора плавно переводится в положение, соответствующее напряжению питающей сети 220 В, которое контролируется вольтметром Д552 на пределе измерения 300 В.

Ток потребления осциллографа при питании от сети переменного тока контролируется прибором Э513 и должен быть не более 0,3 А, при питании от сети постоянного тока – прибором Э514 и должен быть не более 1,5 А.

После предварительного прогрева осциллографа в течение 15 мин приступают к проверке и регулировке выходных напряжений.

Проверку и регулировку напряжений следует начинать со стабилизатора ±19 В.

Вольтметром М502/2 на конденсаторе С153 контролируется напряжение. Оно должно быть в пределах 18-19,3 В и регулируется поворотом ручки потенциометра R283.

Напряжения +10, минус 10, минус 50 и +80 В контролируются прибором М502/2 на соответствующих пределах измерения. Проверка осуществляется на конденсаторах С121, С125, С126, С127, С124, С133.

Величины напряжений должны быть следующими: +10 В±1 В, минус 10 В±1,5 В, минус 50 В±3 В, +80 В±5 В.

Напряжение +10 В регулируется подбором резисторов R272, R276; минус 10 В – R273, R277; минус 50 В – R275; +80 В – R274.

Напряжение +2500 В контролируется прибором С50/8 с пределом измерения 3 кВ и должно быть в пределах 2400-2800 В.

Напряжение минус 900 В контролируется прибором С50/8 с пределом измерения 1,5 кВ и должно быть в пределах 850-950 В.

Все выходные напряжения можно подрегулировать, изменяя величину стабилизированного напряжения ±19 В.

Далее производят проверку пульсаций выходных напряжений источников осциллографом С1-68. Проверка пульсаций источников +2500, минус 900 В производится осциллографом С1-68 через разделительный конденсатор К15-5-Н70-3-6800.

Величины пульсаций контролируются на выходных контрольных точках и должны быть не более указанных в табл. 2.

Производится проверка стабильности всех источников при изменении напряжения питающей сети на ±10 % от номинала. При этом все выходные напряжения должны оставаться практически постоянными.

Производится проверка параметров источников при питании осциллографа от сети 115 В±5,75 В, 220 В±11 В частотой 400 Гц и постоянного напряжения 24 $В^{+2,4}_{-1,2}$ В.

Регулировка схемы ЭЛТ

Включить прибор в сеть и после прогрева проверить действие ручек "Яркость I", "Яркость II" и "Фокус I", "Фокус II", "Астигм. I", "Астигм. II".

Проверить совмещение линии развертки с горизонтальными делениями шкалы.

При необходимости совместить линии развертки с горизонтальными линиями шкалы путем незначительного поворота ЭЛТ. ЭЛТ установить так, чтобы экран находился, по возможности, ближе к шкале.

На один из входов У прибора подать сигнал частотой 100 Гц от генератора Г3-56/1 и установить высоту осциллограммы в семь делений. Потенциометром R293 так отрегулировать геометрические искаже-

ния ЭЛТ, чтобы верх, низ и боковые стороны прямоугольного растра были прямолинейны.

Величина геометрических искажений определяется по формуле:

$$\delta = 2\,\frac{a - в}{a + в} \cdot 100\ \%,$$

где δ – геометрические искажения (не должны превышать 5 %), %;
а – наибольший размер растра по соответствующей оси, мм;
в – наименьший размер растра по соответствующей оси, мм.

Переключатель "Вольт/дел." установить в положение "0,0I", ручку калибратора " V " – в положение "0,05". Подать с гнезда "Выход" калибрационный сигнал на один из входов У и выставить калибрационные импульсы в центре экрана. Соответствующими ручками "Астигм." и "Фокус" добиться наилучшей четкости изображения.

Регулировка канала синхронизации

Регулировка осуществляется при следующих положениях ручек на передней панели прибора:

"Вольт/дел." – в положении "0,0I".
"Длительность Время/дел." – в положении "50 ms".
Вход синхронизации – " $\overline{\sim}$ " (открытый).
Вид синхронизации – "Внутр. I".

Подать на вход усилителя УI сигнал от генератора Г3-II0 частоты 3 Гц такой амплитуды, чтобы высота осциллограммы была не более 0,7 деления (4,2 мм).

Проверка производится в центре и по краям рабочей части экрана.

Синхронизация должна быть устойчивой при определенном положении ручек "Стаб." и "Уровень" при запуске отрицательной и положительной частью сигнала.

Для проверки синхронизации при внешнем запуске переключить ручку "Синхронизация" в положение "Внеш.". Подать сигнал на гнездо "Вход I:I" и на вход усилителя УI в положении 0,I В/дел. переключателя "Вольт/дел." сигнал амплитудой 0,5 В от генератора Г3-II0 частоты 3 Гц.

Аналогично проверяется синхронизация на частотах 20; I00 Гц, I кГц; I; 5; 8; I0 МГц от генераторов Г3-II0 и Г4-II8.

Проверку максимальных уровней синхронизации 42 мм при внутренней синхронизации и 3 В на входе "I:I" (30 В на входе "I:I0") при внешней синхронизации произвести импульсным сигналом 0,I мкс от генератора Г5-56.

Регулировка и калибровка длительностей развертки

Калибровка длительности развертки на средних длительностях производится при следующих положениях ручек на передней панели прибора:

множитель развертки – "xI";
"Длительность Время/дел." – "0,I ms".
"Плавно" – в крайнем правом положении.

Размер изображения по вертикали устанавливается равным 4-5 делениям.

На вход усилителя УI подать калиброванные импульсы с периодом следования 0,I мс от прибора ИI-9 и при помощи потенциометра R269 установить точное совпадение фронтов импульсов с вертикальными делениями шкалы.

Переключатель множителя развертки – в положении "x0,2".

На вход усилителя УI подать калиброванные импульсы с периодом следования 20 мкс от прибора ИI-9 и при помощи регулировочного резистора R270 установить точное совпадение фронтов импульсов с вертикальными делениями шкалы.

Калибровка длительности развертки на малых длительностях производится при следующих положениях ручек:

множитель развертки – "xI";
"Длительность Время/дел." – "I μs ";
"Плавно" – в правом крайнем положении.

На вход усилителя УI подать сигнал с периодом следования I мкс от калибратора осциллографа ИI-9 и при помощи регулировочного конденсатора CI03 установить совпадение каждого периода сигнала с делениями шкалы.

Затем установить ручку "Длительность Время/дел." в положение "0,I μs ", подать на вход усилителя УI сигнал с периодом следования 0,I мкс и при помощи регулировочного конденсатора CI04 установить совпадение каждого периода сигнала с делениями шкалы.

После калибровки коэффициентов развертки на указанных поддиапазонах проверить погрешность коэффициентов развертки на всех поддиапазонах развертки по методике, приведенной в разделе "Поверка осциллографа".

Погрешность коэффициентов развертки не должна превышать ±8 %, на диапазонах 0,I и 0,2 мкс/дел. x0,2 – ±I6 %.

Регулировка усилителей вертикального отклонения и калибратора

Регулировка усилителей вертикального отклонения производится поочередно.

После 30-минутного прогрева прибора устанавливаем луч в центре экрана и производим балансировку соответствующего усилителя (разд. 9.I).

После балансировки установить ручку "УСИЛЕНИЕ" в крайнее правое положение.

Для калибровки коэффициента отклонения усилителя вертикального отклонения устанавливаем ручку "Вольт/дел." в положение "0,0I" и подаем на вход усилителя У сигнал размахом 50 мВ от прибора ИI-9. Регулируя соответствующее каналу сопротивление "Корр.", выведенное шлицом на переднюю панель, устанавливаем величину изображения по вертикали точно 5 делений.

Затем погрешность коэффициента отклонения усилителя У проверяется во всех положениях ручки "Вольт/дел." при помощи прибора ИI-9.

Погрешность коэффициента отклонения не должна превышать 8 %.

В случае несоответствия результатов измерений указанной норме необходимо проверить входной аттенюатор, найти и устранить неисправность.

Установку калибрационного напряжения производят в положении ручки калибратора " V ", "40". Тумблер вида калибрационного напряжения поставить в положение "–". К выходному гнезду "Выход" подключить прибор В7-I8. Потенциометром RI80 (плата развертки) выставить напряжение 40 В. Затем произвести измерение напряжения во всех положениях переключателя калибратора " V ". Погрешность установки амплитуды не должна превышать ±3 %.

Установка частоты калибратора производится с помощью счетчикового частотомера Ч3-44. Напряжение калибратора амплитудой I В подается на вход прибора Ч3-44. Потенциометром RI87 устанавливается частота 2 кГц±0,06 кГц.

Для настройки входных аттенюаторов подключить прямой кабель поочередно к входу усилителя УI и УII, установить соответствующую ручку "Вольт/дел." в положение "0,I". Ручку калибратора " V " поставить в положение "0,5".

Подсоединить прямой кабель к гнезду калибратора "Выход" и при помощи подстроечного конденсатора С3 в первом канале и С39 во втором канале отрегулировать так, чтобы получилась плоская вершина изображения импульса.

Далее регулировку производят в той же последовательности в положениях ручки "Вольт/дел." "I" и "I0" подстроечными конденсаторами СI2, СI5 в первом канале и С48, С5I во втором канале соответственно. Ручкой калибратора " V " добиваются максимально возможного изображения калибрационного импульса по вертикали. После компенсации делителей производят выравнивание входных емкостей на каждом положении входного делителя. Ручку "Вольт/дел." ставят в положение "0,0I".

На "Вход" УI прибора с выхода собственного калибратора через калибратор $R_{вх.}C_{вх.}$, находящийся в положении "Прямо", подается меандр амплитудой 0,05 В. Регулировкой "Корр." амплитуда импульса на экране устанавливается равной 5 делениям и фиксируется форма импульса. Затем калибратор $R_{вх.}C_{вх.}$ устанавливается в положение "I MΩ , 40pF ". Амплитуда сигнала с выхода собственного калибратора увеличивается до 0,I В. Подбором конденсатора С20 (во втором канале С56) перекос вершины изображения импульса устанавливается таким, каким он был на экране ЭЛТ в положении "Прямо" калибратора $R_{вх.}C_{вх.}$. При этом величина емкости входа будет равна величине емкости калибратора $R_{вх}C_{вх}$ (40 пФ).

В положениях ручки "Вольт/дел.", "0,I", "I" и "I0" входную емкость подстраивают аналогичным способом с помощью подстроечных конденсаторов С6, С7, С8 в первом канале и С42, С43, С44 во втором канале соответственно.

Выносной делитель регулируют следующим образом.

Подключить выносной делитель ко входу осциллографа, подать на него от внутреннего калибратора сигнал такой величины, чтобы на экране получить изображение, равное 4–5 делениям. При помощи подстроечного конденсатора, находящегося на выходе выносного делителя, отрегулировать так, чтобы получилась плоская вершина изображения импульса.

II. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Профилактические работы проводятся с целью обеспечения нормальной работы прибора в течение его эксплуатации. Окружающая среда, в которой находится прибор, определяет частоту осмотра.

Все регламентные работы, связанные со вскрытием прибора, совмещаются с выполнением любых ремонтных работ или с очередной проверкой прибора.

Рекомендуемые виды и сроки проведения профилактических работ:
визуальный осмотр – каждые 3 месяца;
внутренняя и внешняя чистка – каждые 6 месяцев;
смазка – каждые I2 месяцев.

При вскрытии прибора и проведении профилактических работ следует иметь в виду меры безопасности, указанные в разделе 7 настоящей инструкции.

Для вскрытия прибора следует отвинтить два специальных винта на боковых стяжках прибора и снять верхнюю и нижнюю крышки прибора, с учетом указаний, данных в разделе 4.3 настоящего описания.

II.I. Визуальный осмотр

При визуальном осмотре внешнего состояния прибора рекомендуется проверять крепление органов управления, плавность их действия и четкость фиксации, состояние лакокрасочных и гальванических покрытий, крепление деталей и узлов на шасси прибора, состояние контровки гаек, надежность паек и контактных соединений, отсутствие сколов и трещин на деталях из керамики и пластмассы.

При визуальном осмотре рекомендуется проверять комплектность прибора и исправность запасного имущества.

При визуальном осмотре необходимо выявлять перегретые элементы и определять фактическую причину перегрева до замены такого элемента, так как в противном случае повреждение может повториться.

II.2. Внутренняя и внешняя чистка

Скопление пыли в приборе может вызывать перегрев и повреждение элементов, так как пыль служит изолирующей прокладкой и предотвращает эффективное рассеивание тепла. Пыль снаружи прибора устраняется мягкой тряпкой или щеткой.

Внутри прибора пыль лучше устранять продувкой сжатым сухим воздухом.

Необходимо особое внимание уделять высоковольтным узлам и деталям, так как чрезмерное скопление пыли или грязи в этих местах может вызвать пробой.

II.3. Смазка прибора

Надежность переключателей, потенциометров и других вращающихся элементов можно увеличить за счет смазки ЦИАТИМ-20I.

Для смазки осевых втулок переключателей можно использовать технический вазелин.

I2. ПОВЕРКА ОСЦИЛЛОГРАФА

Настоящий раздел составлен в соответствии с требованиями ГОСТ 8.3II-78 "Осциллографы электронно-лучевые универсальные. Методы и средства поверки" и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок осциллографа CI-55.

Периодичность поверки осциллографа I раз в два года, а также после ремонта.

I2.I. Операции и средства поверки

I2.I.I. При проведении поверки должны быть выполнены операции и применены средства поверки, указанные в табл. 5.

Таблица 5

Номер пункта раздела поверки	Наименование операций, производимых при поверке	Поверяемые отметки	Допускаемые значения погрешностей или предельные значения определяемых параметров	Средства поверки	
				образцовые	вспомогательные
I	2	3	4	5	6
I2.3.I	Внешний осмотр				
I2.3.2	Опробование				
I2.3.3	Определение метрологических параметров				
I2.3.3а	Определение ширины линии луча	Коэффициент отклонения 5В/дел. Коэффициент развертки 5 мкс/дел.	Не более 0,8 мм		Г5-53
I2.3.3б	Определение погрешности коэффициента отклонения	Во всех положениях переключателя "Вольт/дел."	±8 %	ИI-9	
I2.3.3в	Определение погрешности коэффициента развертки	Во всех положениях переключателя "Время/дел." В положениях 0,I и 0,2 мкс/дел х 0,2	±8 % I6 %	ИI-9 Ч3-44	Г4-II8 Г5-40
I2.3.3г	Определение времени нарастания и времени установления переходных характеристик	В положениях от 0,0I до I0 В/дел.	Не более 35 нс; I50 нс		

Продолжение табл. 5

I	2	3	4	5	6
I2.3.3д	Определение величины выброса на переходной характеристике	В положениях от 0,0I до I0 В/дел.	Не более I0 %		Г5-40
I2.3.3е	Определение неравномерности вершины переходной характеристики	В положениях от 0,0I до I0 В/дел.	Не более 3 %		Г5-40
I2.3.3ж	Определение спада вершины переходной характеристики при закрытом входе	В положении 0,5 В/дел., 2 мс/дел.	Не более I0 %		Г5-26
I2.3.3з	Определение полосы пропускания усилителей вертикального отклонения и неравномерности АЧХ в диапазоне 0-2 МГц	Во всех положениях переключателя "Вольт/дел."	Не менее I0 МГц; ±6 %		Г3-56/I, Г4-I02, Г4-II8, В3-4I

Примечания: I. Вместо указанных в таблице образцовых и вспомогательных средств поверки разрешается применять другие аналогичные измерительные приборы с погрешностью измерения, не превышающей I/3 допускаемой погрешности определяемого параметра.

2. Образцовые (вспомогательные) средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о государственной или ведомственной поверке.

3. После ремонта и настройки перед вводом осциллографа в эксплуатацию производится поверка параметров в объеме, изложенном в табл. 5 настоящего описания.

I2.I.2. Необходимые при поверке основные технические характеристики образцовых и вспомогательных средств поверки указаны в табл. 6.

Таблица 6

Наименование средств поверки	Основные технические характеристики средства поверки		Рекомендуемые средства поверки (тип)	Примечание
	Пределы измерения	Погрешность		
I	2	3	4	5
Калибратор осциллографов импульсный	Напряжение калибровки 20--I00 В, период следования I00 нс-50 мс	±2 %	ИI-9	
Генератор сигналов низкочастотный	Диапазон частот 50 Гц - 0,2 МГц, амплитуда 25 мВ-50 В		Г3-56/I	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 0,I-I0 МГц, амплитуда 25 мВ-0,5 В		Г4-I02	
Генератор сигналов высокочастотный	Диапазон частот 0,I-I0 МГц, амплитуда 0,5-50 В		Г4-II8	
Частотомер электронно-счетный	Диапазон частот 5 - I5 МГц	±I %	Ч3-44 или Ч3-38	
Милливольтметр	Пределы измерения 20 мВ-50 В	±I0 %	В3-4I или В3-39	
Генератор испытательных импульсов	Длительность фронта 8-I0 нс, амплитуда 50 В, неравномерность вершины 2 %, выброс 5 %		Г5-40 или ИI-II	При использовании Г5-40 применяется переходная цепочка 8 нс (приложение 8)

Продолжение табл. 6

I	2	3	4	5
Генератор парных импульсов	Длительность импульсов 0,5 мкс-I00 мс, длительность фронта I0--20 нс, амплитуда 3 В		Г5-26	
Генератор импульсов калиброванной амплитуды	Длительность импульса I0-50 мкс, амплитуда 0,0I-I0 В, период следования 40-200 мкс, неравномерность вершины I %		Г5-53	

I2.2. Условия поверки и подготовка к ней

I2.2.I. При проведении поверки необходимо соблюдать следующие условия:

а) поверку проводят в нормальных условиях:

- температура окружающей среды 293 К±5 К (20 °С±5 °С)
- атмосферное давление I00 кПа±4 кПа (750 мм рт. ст.±30 мм рт.ст.)
- напряжение сети 220 В±4,4 В, 50 Гц±I Гц;

б) допускается проводить поверку в рабочих условиях осциллографа СI-55, если при этом не ухудшается соотношение погрешностей поверяемого и образцового приборов.

I2.2.2. В помещении, в котором проводится поверка, не должно быть источников сильных электрических и магнитных полей, которые могут повлиять на результаты измерений, а также механических вибраций и сотрясений.

I2.2.3. Перед проведением поверки необходимо выполнить подготовительные работы, оговоренные в разделе "Подготовка к работе" настоящего описания, предварительно выполнить следующие дополнительные работы:

извлечь из укладочного ящика осциллограф, шнуры питания, кабели соединительные;

снять с вилок и разъемов шнуров питания и кабелей полиэтиленовые чехлы (при расконсервации);

произвести внешний осмотр осциллографа, принадлежностей и запасного имущества;

проверить комплектность осциллографа;

разместить поверяемый осциллограф на рабочем месте, обеспечив удобство работы и исключив попадание на него прямых солнечных лучей;

соединить проводом клемму ⏚ поверяемого осциллографа и клеммы заземления измерительных приборов с шиной заземления;

собрать схему поверки параметра в соответствии с методикой измерения;

подключить осциллограф к сети переменного тока с напряжением 220 В, 50 Гц, измерительные приборы подключить к источнику питания в соответствии с паспортными данными на них;

включить приборы и дать им прогреться в течение времени самопрогрева, указанного в паспорте (формуляре) на них.

Время самопрогрева осциллографа СI-55 I5 мин;

установить органы управления поверяемого осциллографа и измерительных приборов в исходные положения в соответствии с методикой поверяемого параметра.

I2.3. Проведение поверки

I2.3.I. Внешний осмотр.

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемого осциллографа следующим требованиям:

поверяемые осциллографы должны быть укомплектованы в соответствии с разделом 3 "Состав изделия";

поверяемые осциллографы не должны иметь механических повреждений кожуха, крышек, лицевой панели, регулировочных и соединительных элементов, отсчетной шкалы, нарушающих работу осциллографа или затрудняющих поверку;

должна быть обеспечена четкая фиксация всех переключателей во всех позициях при совпадении указателя позиции с соответствующими надписями на панели прибора.

I2.3.2. Опробование

Допускается проводить опробование сразу после включения осциллографа. Опробование проводят при помощи генератора Г5-26.

а) Проверка работы осциллографа в автоколебательном режиме.

Осциллограф переводят в автоколебательный режим и проверяют:

наличие линии развертки электронного луча на экране электронно-лучевой трубки; регулировку яркости и фокусировку луча; смещение луча в горизонтальном и вертикальном направлениях. Проводят балансировку усилителей вертикального отклонения, калибровку коэффициентов отклонения и развертки по п. 9.I, 9.2 раздела 9 "Порядок работы".

б) Проверка работы органов регулировки коэффициента развертки (рис. 4).

Поверяемый осциллограф переводят в режим внешнего запуска, генератор Г5-26 - в режим внутреннего запуска. Устанавливают значение коэффициента отклонения I,0 В/дел., амплитуду основного импульса Г5-26 - 4,0 В, значение коэффициента развертки 0,I мкс/дел, длительность основного импульса Г5-26, соответствующую пяти делениям шкалы ЭЛТ по горизонтали, т.е. 0,5 мкс, частоту повторения основных импульсов Г5-26 - I МГц.

Органами регулировки амплитуды синхронизирующих импульсов задержки основных импульсов генератора Г5-26 и органами регулировки синхронизации осциллографа СI-55 добиваются устойчивого изображения импульсов на экране ЭЛТ.

Увеличивая фиксированное значение коэффициента развертки, наблюдают уменьшение ширины импульсов на экране ЭЛТ. При достижении ширины изображения импульса, равного одному делению, длительность импульса с генератора Г5-26 увеличивают так, чтобы ширина изображения на экране ЭЛТ снова была равна пяти делениям по горизонтали. Частоту повторения импульсов соответственно уменьшают до 400 Гц. Аналогично проверяют следующие фиксированные значения коэффициента развертки. При одном, по выбору поверителя, фиксированном значении коэффициента развертки проверяют работоспособность плавной регулировки коэффициента развертки (работу переключателя "xI", "x0,2").

в) Проверка работы осциллографа в режиме внутреннего запуска (рис. 4).

Поверяемый осциллограф переводят в режим внутреннего запуска (отключают вход 5 осциллографа от генератора Г5-26). Устанавливают значение коэффициента отклонения I,0 В/дел., амплитуду основных импульсов генератора Г5-26 - 4,0 В. Регулировкой уровня синхронизации поверяемого осциллографа добиваются устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Уменьшение амплитуды основных импульсов генератора до минимального значения 4,2 мм (0,7 дел.) не должно приводить к срыву синхронизации. При необходимости допускается проводить дополнительную регулировку уровня синхронизации.

г) Проверка работы органов регулировки коэффициента отклонения.

Средства измерений соединяют и устанавливают режим их работы, как в п. I2.3.2б. Устанавливают значение коэффициента развертки 0,I мс/дел., значение коэффициента отклонения 0,0I В/дел., длительность импульса генератора Г5-26 устанавливают 0,5 мс, амплитуду 0,05 В.

Органами регулировки синхронизации и задержки генератора добиваются устойчивого изображения импульса на экране ЭЛТ. Увеличивая фиксированное значение коэффициента отклонения, наблюдают уменьшение высоты изображения импульса на экране ЭЛТ. При достижении высоты импульса одного деления по вертикали (0,05 В/дел.), амплитуду импульса с генератора увеличивают до 0,25 В. Проверку следующих значений коэффициента отклонения производят аналогичным образом. При одном, по выбору поверителя, фиксированном значении коэффициента отклонения проверяют работоспособность плавной регулировки коэффициента отклонения.

I2.3.3. Определение метрологических параметров.

I2.3.3а. Определение ширины линии луча.

Ширину линии луча в вертикальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора Г5-53.

Поверяемый осциллограф переводят в автоколебательный режим развертки, генератор Г5-53 - в режим внутреннего запуска.

Устанавливают коэффициент развертки 5 мкс/дел., коэффициент отклонения 5 В/дел., длительность импульса генератора Г5-53 - 20 мкс, амплитуду импульсов 5 В, период следования 40 мкс.

На экране ЭЛТ наблюдают две горизонтальные линии. Органами смещения по вертикали перемещают изображение к верхней границе рабочего участка экрана ЭЛТ. Устанавливают яркость удобную для измерений и фокусируют луч. Изменяют амплитуду импульсов до значения U_I, при котором светящиеся линии соприкасаются. Ширину линии луча в делениях по вертикали d_B вычисляют по формуле:

$$d_B = \frac{U_I}{\alpha_B},$$

где U_I - амплитуда импульсов, В (отсчет по генератору Г5-53);

α_B - коэффициент отклонения по вертикали, В/дел.

Измерение производят в середине и на границах рабочего участка ЭЛТ по вертикали. Ширину линии луча в горизонтальном направлении определяют методом косвенного измерения при помощи генератора Г5-53 и вспомогательного осциллографа СI-55 (рис. 5).

Ручку переключателя вида синхронизации поверяемого осциллографа устанавливают в положение "Вход X". Множитель длительности развертки ставят в положение "x0,2". На гнездо "Вход I:I" подают напряжение с выхода генератора Г5-53. Амплитуду импульсов устанавливают 8 В, длительность 20 мкс, период следования 40 мкс.

На вход усилителя вертикального отклонения поверяемого осциллографа подают напряжение с гнезда "Выход ⎍ " вспомогательного осциллографа СI-55. Коэффициент отклонения УВО поверяемого осциллографа устанавливают I В/дел.

На экране ЭЛТ поверяемого осциллографа наблюдают две вертикальные линии. Изменяя амплитуду основных импульсов генератора Г5-53, устанавливают расстояние между линиями, равное длине рабочего участка шкалы ЭЛТ по горизонтали (I0 дел.). Коэффициент отклонения по горизонтали α_T вычисляют по формуле:

$$\alpha_Г = \frac{U_2}{l},$$

где U_2 – амплитуда импульсов на выходе генератора, В (отсчет по генератору Г5-53);

l – длина изображения по горизонтали, дел.

Изменяют амплитуду импульсов до значения U_3, при котором две светящиеся вертикальные линии соприкасаются. Ширину линии луча в делениях по горизонтали $d_Г$ вычисляют по формуле:

$$d_Г = \frac{U_3}{\alpha_Г}.$$

Ширину линии луча по горизонтали определяют в середине и на границах рабочего участка ЭЛТ.

Ширина линии луча не должна превышать 0,8 мм (0,I3 дел.).

I2.3.3б. Определение погрешности коэффициента отклонения.

Погрешность коэффициента отклонения определяют методом прямого измерения при помощи импульсного калибратора осциллографов ИI-9. Поверяемый осциллограф переводят в режим внутреннего запуска, устанавливают фиксированное значение коэффициента отклонения осциллографа 0,0I В/дел., ручку "Усиление" в положение "Калибр.".

Напряжение 0,02 В от калибратора ИI-9 подают на вход У поверяемого осциллографа, соответствующими органами регулировки добиваются устойчивого изображения сигнала на экране ЭЛТ. Регулировкой уровня синхронизации срывают синхронизацию развертки осциллографа. На экране ЭЛТ наблюдают 2 линии. Ручкой "Девиация" калибратора ИI-9 устанавливают величину изображения, соответствующую 2 делениям шкалы по вертикали. Ручкой " ↕ " изображение располагают симметрично центральной линии шкалы. По шкале ИI-9 производят отсчет погрешности коэффициента отклонения. Погрешность коэффициента отклонения аналогично определяют для размеров изображения 4 и 6 дел. Погрешности других фиксированных значений коэффициента отклонения определяют при размере изображения 6 дел.

В положении 20 В/дел. погрешность коэффициента отклонения определяют при размере изображения 5 дел.

Погрешность коэффициента отклонения не должна превышать 8 %.

I2.3.3в. Определение погрешности коэффициента развертки.

Погрешность коэффициента развертки определяют методом прямых измерений при помощи калибратора осциллографа ИI-9. Поверяемый осциллограф переводят в режим внутреннего запуска, устанавливают значение коэффициента отклонения таким, чтобы амплитуда сигнала на экране ЭЛТ составляла 3 деления по вертикали. Определение погрешности коэффициента развертки проводят во всех фиксированных значениях коэффициента развертки на участках, кратных двум делениям шкалы по горизонтали, начиная с начальных четырех делений рабочего участка развертки и включая I00 % номинального горизонтального отклонения.

Погрешность коэффициента развертки на диапазонах 0,I и 0,2 мкс/дел. х0,2 определяют методом косвенного измерения действительного значения коэффициента развертки при помощи генератора Г4-II8 и частотомера Ч3-44.

Поверяемый осциллограф переводят в режим внутреннего запуска, устанавливают значение коэффициента отклонения I В/дел., амплитуду сигнала с выхода генератора Г4-II8 – 5 В, частоту I0 МГц. Регулируя уровень синхронизации осциллографа, добиваются устойчивого изображения синусоидального сигнала на экране ЭЛТ.

Изменяют частоту сигнала так, чтобы I период сигнала занимал 5 дел. на развертке 0,I мкс/дел.х0,2.

Частотомером измеряют частоту синусоидального сигнала и вычисляют действительное значение коэффициента развертки $\beta_Д$ (мкс/дел.) по формуле:

$$\beta_Д = \frac{I}{f \cdot l_p},$$

где f – частота, измеренная частотомером, МГц;

l_p – размер изображения временного интервала, дел.

Погрешность коэффициента развертки δ_p в процентах рассчитывают по формуле:

$$\delta_p = \frac{\beta_{ном.} - \beta_Д}{\beta_{ном.}} \cdot I00,$$

где $\beta_{ном.}$ – номинальное значение коэффициента развертки, единица времени/деление;

$\beta_Д$ – действительное значение коэффициента развертки, единица времени/дел.

Аналогично определяют погрешность коэффициента развертки для наибольшего значения длины развертки в пределах рабочего участка развертки.

Погрешность коэффициента развертки на диапазоне 0,2 мкс/дел. х0,2 определяют также для участков развертки 5 и I0 дел., при этом на участке 5 дел. должны укладываться 2 периода сигнала частотой I0 МГц.

Погрешность коэффициента развертки не должна превышать ±8 %, на диапазонах 0,I и 0,2 мкс/дел. х0,2 – ±I6 %.

I2.3.3г. Определение времени нарастания и времени установления переходных характеристик (Пх) каналов вертикального откло-

нения производят при всех значениях коэффициента отклонения и в положении "Калибр." ручки "Усиление" путем подачи на вход испытуемого усилителя испытательного импульса обеих полярностей от генератора Г5-40 через переходную цепочку (приложение 8). Синхронизация внешняя.

Амплитуду изображения на экране прибора устанавливают равной 6 дел. Коэффициент развертки устанавливают 0,I мкс/дел.х0,2.

Время нарастания переходной характеристики измеряют как время нарастания от уровня 0,I до уровня 0,9 амплитуды (рис. 6).

Время установления переходной характеристики измеряют как время от уровня 0,I амплитуды изображения импульса до момента времени, с которого неравномерность вершины не превышает допустимого значения (рис. 6).

Результаты измерений считываются удовлетворительными, если время нарастания переходной характеристики не превышает 35 нс, а время установления не превышает I50 нс.

Примечание. При коэффициенте отклонения I0 В/дел. проверку производят при величине изображения 5 дел.; при коэффициенте отклонения 20 В/дел. время нарастания и время установления не проверяют.

I2.3.3д. Определение величины выброса на переходной характеристике производят для обоих входов при всех значениях коэффициента отклонения и в крайних правых положениях ручек "Усиление" путем подачи на вход испытуемого усилителя прибора импульсов обеих полярностей от генератора Г5-40 через переходную цепочку (приложение 8). Синхронизация внешняя. Коэффициент развертки устанавливают 0,I мкс/дел.х0,2. Амплитуду изображения импульса на экране прибора устанавливают 6 дел. по вертикали (см. рис. 6).

Значение выброса в процентах рассчитывают по формуле:

$$\delta_{В} = \frac{\Delta A}{A_{I}} \cdot I00,$$

где ΔA – значение выброса, единица длины или напряжения;
A_{I} – установившееся (амплитудное) значение ПХ, единица длины или напряжения.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина выброса не превышает I0 %.

Примечание. При коэффициенте отклонения I0 В/дел. проверку производят при величине изображения 5 дел.; при коэффициенте отклонения 20 В/дел. выброс на переходной характеристике не проверяют.

I2.3.3е. Определение неравномерности вершины переходной характеристики.

Определение неравномерности переходной характеристики производят для обоих входов при всех значениях коэффициента отклонения

путем подачи на вход испытуемого усилителя испытательных импульсов длительностью I,0 мкс от генератора Г5-40 через переходную цепочку (приложение 8) положительной и отрицательной полярности. Синхронизация внешняя. Амплитуду изображения импульса устанавливают 6 дел. Коэффициент развертки устанавливают 0,I мкс/дел.х0,2. Измерение производится при яркости луча, удобной для проведения измерения (рис. 6).

Значение неравномерности $\delta_{Н}$, в процентах от установившегося значения ПХ, рассчитывают по формуле:

$$\delta_{Н} = \frac{\Delta A_{Н}}{A_{I}} \cdot I00,$$

где $\Delta A_{Н}$ – максимальное отклонение от установившегося значения ПХ, мм;
A_{I} – установившееся значение ПХ, мм.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина неравномерности не превышает 3 %.

Примечания: I. На медленных развертках может наблюдаться фон сети питания и наводки от преобразователя величиной, не превышающей величину неравномерности.

2. В положении I0 В/дел. проверку производят при величине изображения 5 дел., в положении 20 В/дел. неравномерность ПХ не проверяют.

I2.3.3ж. Определение спада вершины переходной характеристики производят при коэффициенте отклонения 0,5 В/дел. при закрытом входе (" ~ ") путем подачи на проверяемый усилитель прибора импульса длительностью I5-20 мс от генератора Г5-26.

Коэффициент развертки устанавливают равным I-2 мс/дел. Измерение спада вершины переходной характеристики производят по изображению импульса в точке, отстоящей от начала импульса (отсчетную точку выбирают на уровне 0,9 амплитуды импульса) на время, равное I0 мс.

Амплитуду изображения импульса на экране прибора устанавливают 5 дел. по вертикали (рис. 7).

Значение спада в процентах рассчитывают по формуле:

$$\delta_{сп.} = \frac{\Delta A_{сп.}}{A_{I}} \cdot I00,$$

где $\Delta A_{сп.}$ – спад вершины, единица длины или напряжения;
A_{I} – установившееся значение ПХ, единица длины или напряжения.

Результат проверки считается удовлетворительным, если величина спада вершины переходной характеристики при длительности импульса 10 мс не превышает 10%.

12.3.3з. Определение полосы пропускания усилителей вертикального отклонения производят снятием частотных характеристик в положении "Калибр." ручки "Усиление" и всех коэффициентов отклонения в режиме открытого входа.

Частотную характеристику снимают путем подачи на вход проверяемого усилителя прибора постоянного по амплитуде синусоидального напряжения такой величины, чтобы размер изображения на частоте 100 кГц был равен 5 дел. шкалы прибора по вертикали.

Величину изображения проверяют на частотах 50, 100 Гц, 1, 10, 100, 500 кГц, 1, 5, 8, 10 МГц.

При этом используются генераторы Г3-56/1, Г4-102, Г4-118.

Напряжение на входе испытуемого усилителя прибора поддерживают постоянным с помощью вольтметра В3-41, который устанавливают непосредственно на входе испытуемого усилителя при помощи экранированного тройника.

Значение спада амплитудно-частотной характеристики в децибелах подсчитывают по формуле:

$$N = 20 \lg \frac{K_{ср.}}{K},$$

где $K_{ср}$ – величина изображения на экране на частоте 100 кГц, дел.;
K – величина минимального изображения на экране, дел.

Неравномерность амплитудно-частотной характеристики в процентах подсчитывают по формуле:

$$\delta_н = \frac{K - K_{ср.}}{K_{ср.}} \cdot 100,$$

где $K_{ср.}$ – величина изображения на частоте 100 кГц, дел.;
K – величина изображения, максимально отличающаяся от величины изображения на частоте 100 кГц, дел.

Результаты измерений считаются удовлетворительными, если в диапазоне частот 10 МГц спад амплитудно-частотной характеристики не превышает 3 дБ относительно частоты 100 кГц, а неравномерность амплитудно-частотной характеристики от 0 до 2 МГц не превышает 6 %.

13. ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ

13.1. Срок кратковременного хранения осциллографа 12 месяцев. При этом осциллограф должен храниться в отапливаемом хранилище при температуре воздуха от 5 до 25 °С, относительной влажности воздуха до 65 % при температуре 20 °С.

13.2. При длительном хранении осциллограф должен содержаться:

в отапливаемых хранилищах при температуре воздуха от 5 до 30 °С, относительной влажности воздуха до 85 % при температуре 20 °С;

в неотапливаемых хранилищах при температуре воздуха от минус 40 до плюс 30 °С, относительной влажности воздуха до 95 % при температуре 20 °С.

Срок хранения осциллографа в отапливаемом хранилище 5 лет.

Срок хранения осциллографа в неотапливаемом хранилище 3 года.

При длительном хранении осциллографа требуется обязательная его консервация.

13.3. Консервацию осциллографа производить следующим образом:

осциллограф и прилагаемое к нему имущество очистить от пыли и грязи. Если до этого осциллограф подвергался воздействию влаги, просушить его в лабораторных условиях в течение двух суток;

на вилки, розетки и разъемы шнуров питания и кабелей надеть полиэтиленовые чехлы и закрепить их;

металлические движущиеся части осциллографа смазать техническим вазелином.

Электрические контакты не смазывать;

осциллограф и прилагаемое к нему имущество поместить в укладочный ящик и опломбировать (или в картонную коробку, которую необходимо заклеить бумагой. ЗИП в этом случае поместить в отдельный пенополистирольный ящик).

13.4. Расконсервация осциллографа производится в следующем порядке:

в случае большой разности температур между складскими и рабочими помещениями полученный со склада осциллограф выдержать не менее двух часов в нормальных условиях в упаковке;

после длительного хранения в условиях повышенной влажности осциллограф перед включением выдержать в нормальных условиях в течение 12 ч;

после этого осциллограф и ЗИП извлечь из укладочного (или картонного) ящика;

проверить комплектность осциллографа в соответствии с ведомостью промышленного комплекта;

с вилок, розеток и разъемов шнуров питания и кабелей снять чехлы (промасленную бумагу);

произвести внешний осмотр осциллографа и ЗИП и очистку от предохранительной смазки и пыли. Протереть осциллограф чистой сухой тряпкой;

обнаруженные места коррозии зачистить и покрыть защитным лаком;

проверить осциллограф по электрическим параметрам.

I4. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ

I4.I. Тара, упаковка и маркировка упаковки

I4.I.I. Упаковка осциллографа CI-55 производится по двум вариантам:

по I варианту осциллограф и ЗИП укладываются в деревянный укладочный ящик, предназначенный для предохранения осциллографа от повреждений при транспортировании и для хранения при эксплуатации. Для амортизации применяются поропластовые прокладки;

по II варианту осциллограф укладывается в картонную коробку, ЗИП укладывается в пенополистирольный ящик, скрепленный металлическими скобами.

I4.I.2. Ящик, предназначенный для транспортирования осциллографа CI-55, изготовлен из водонепроницаемого картона. Снаружи по краям ящик обивается двумя цельными стальными лентами. Амортизирующим материалом служит древесная стружка. Внутренний размер ящика 450x500x750 мм.

I4.I.3. Осциллограф и ЗИП упаковывать следующим образом:

зажимы, лампы, предохранители, обернутые ватой, уложить в полистирольную коробочку;

техническое описание и формуляр, тройники, щупы и каркас уложить в предназначенные для них полиэтиленовые чехлы и закрепить;

на вилки, розетки и разъемы шнуров питания и кабелей надеть чехлы и закрепить;

тубус завернуть в пергаментную бумагу.

При I варианте упаковки осциллограф уложите в укладочный ящик, подложив под переносную ручку осциллографа гофрированный картон. Запасное имущество и техническую документацию уложите в отсек ящика. Ящик следует закрыть и опломбировать. Расположение надписей и пломб на укладочном ящике показано на рис. 8. Укладочный ящик уложите в транспортный ящик так, чтобы зазоры между укладочным ящиком и внутренними стенками транспортного ящика были равномерными.

При II варианте упаковки на лицевую панель осциллографа наденьте пенополистирольную крышку, под переносную ручку положите гофрированный картон. Затем на осциллограф наденьте полиэтиленовый чехол. Осциллограф и техническую документацию уложите в картонную коробку. Коробку заклейте бумагой, сверху приклейте этикетку с обозначением и заводским номером осциллографа и перевяжите коробку шпагатом.

ЗИП уложите в пенополистирольную коробку, которую скрепите металлическими скобами.

Коробку с прибором и коробку с запасным имуществом уложите в транспортный ящик.

В обоих вариантах упаковки зазоры в транспортном ящике следует заполнить древесной стружкой. Сверху на крышку ящика положите упаковочный лист. Крышку забейте гвоздями вместе с упаковочной стальной лентой. Ящик опломбируйте двумя навесными пломбами. Расположение осциллографа в тарном ящике, пломб, предупредительных знаков и надписей на тарном ящике см. на рис. 9.

I4.I.4. На транспортный ящик нанесена маркировка. На одной боковой и торцовой стенках тарного ящика предупредительные знаки: "Стрелы", "Рюмка", "Зонтик", имеющие значения "Верх, не кантовать", "Осторожно, хрупкое", "Боится сырости", а также масса упаковки в килограммах. Тип осциллографа наносится только на боковой стенке.

I4.2. Условия транспортирования

I4.2.I. Осциллограф должен транспортироваться в условиях, не превышающих заданных предельных условий: температура окружающей среды от плюс 65 до минус 50 °С, относительная влажность воздуха до 98 % при температуре 40 °С.

I4.2.2. Допустимо транспортирование осциллографа всеми видами транспорта в транспортном ящике при условии защиты от прямого воздействия атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование осциллографа.

I4.2.3. Транспортирование осциллографа самолетом возможно только в герметизированном отсеке. Допускается транспортирование в негерметизированных отсеках самолетов до высоты 5000 м (до 400 мм рт.ст.).

I4.2.4. Повторная упаковка производится для перевозки осциллографа в пределах предприятия и вне его.

Перед упаковкой осциллограф и принадлежности, входящие в изделие, протираются от пыли и укладываются в укладочный ящик, проверяется комплектность в соответствии с ведомостью промышленного комплекта.

Перед упаковкой осциллограф и принадлежности, входящие в состав изделия, обертываются во влагостойкую бумагу.

Если транспортировка предусматривается вне предприятия, укладочные ящики (или картонные коробки) с осциллографами укладываются в транспортные ящики.

14.2. Transportation Conditions

14.2.1. The oscilloscope should be transported under ambient conditions which should not be outside the following limits: temperature from plus 65 down to minus 50 °C and relative humidity up to 98 % at 40 °C.

14.2.2. The oscilloscope may be transported by any means of transport, provided it is packed in a transportation case and protected in transit against the direct effect of precipitation and dust. The transportation case MUST NOT be turned over.

14.2.3. If carried over by air, the oscilloscope must be kept in a pressurized compartment of the plane. The oscilloscope may be transported in an unpressurized compartment of the plane only at altitudes up to 5000 m (pressure to 400 mm Hg).

14.2.4. For transporting the oscilloscope within and outside the factory, the oscilloscope must be re-packed.

Prior to re-packing, remove dust from the oscilloscope and accessories of the standard equipment, place them into a stowage box and check the oscilloscope for completeness against the standard equipment list.

Before re-packing wrap the oscilloscope and accessories of the standard equipment in moisture-repellent paper.

If the oscilloscope is to be transported outside the factory, the stowage (or cardboard) boxes containing the oscilloscopes must be placed into transportation cases.

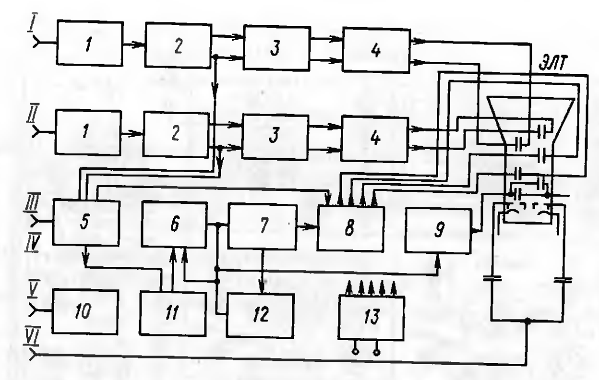


Рис. 2. Блок-схема осциллографа:

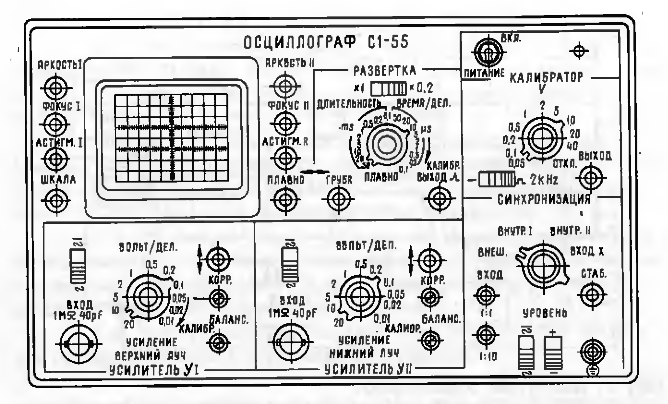
I - вход УI; II - вход У2; Ш - Вход синхронизации; IУ - Вход X; У - "Выход" калибратора; УI - Вход Z ; ЭЛТ - электронно-лучевая трубка

I - аттенюатор; 2 - предварительный усилитель; 3 - линия задержки; 4 - оконечный усилитель; 5 - селектор синхронизации; 6 - триггер развертки; 7 - генератор развертки; 8 - усилитель развертки; 9 - схема управления лучом ЭЛТ; I0 - калибратор; II - схема синхронизации; I2 - схема блокировки; I3 - узел питания

Fig. 2. Block Diagram of Oscilloscope:

1 - Y1 input; II - Y2 input; III - sync input; IV - X input; V - calibrator output; VI - Z input; ЭЛТ - CRT

1 - attenuator; 2 - preamplifier; 3 - delay line; 4 - output amplifier; 5 - sync selector; 6 - sweep flip-flop; 7 - sweep generator; 8 - sweep amplifier; 9 - beam control circuit; 10 - calibrator; 11 - sync circuit; 12 - interlock circuit; 13 - power unit



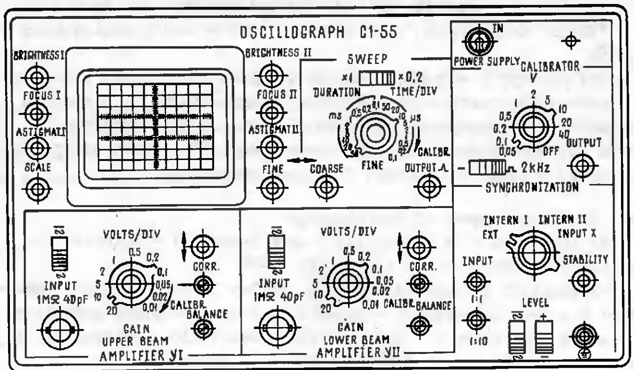


Рис. 3. Передняя панель прибора (расположение органов управления)

Fig. 3. Face Panel of Oscilloscope (Location of Controls)

Note. On the face panel the oscilloscope C1-55 is named the oscillograph C1-55.

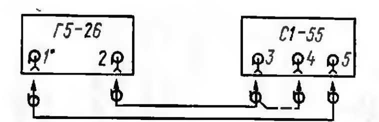


Рис. 4. Схема поверки осциллографа:
I – выход синхронизирующих импульсов; 2 – выход основных импульсов; 3 – вход усилителя (УI, УII); 4 – выход калибратора осциллографа; 5 – вход синхронизации

Fig. 4. Oscilloscope Checking Diagram:
1 – sync pulse output; 2 – main pulse output; 3 – input of amplifier (YI, YII); 4 – oscilloscope calibrator output; 5 – sync input

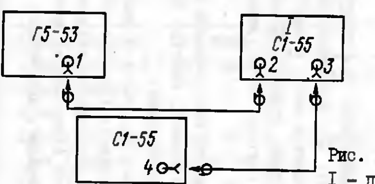


Рис. 5. Схема поверки осциллографа:
I – поверяемый осциллограф
I – выход основных импульсов; 2 – вход усилителя X ("Вход I:I"); 3 – вход усилителя У; 4 – выход напряжения развертки ("Выход ⋏ ")

Fig. 5. Oscilloscope Checking Diagram:
I – oscilloscope being tested
1 – main pulse output; 2 – X-amplifier input (INPUT 1:1); 3 – Y-amplifier input; 4 – sweep voltage output (OUTPUT ⋏)

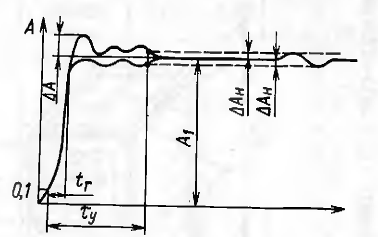


Рис. 6. Переходная характеристика осциллографа:
t_r – время нарастания; τ_y – время установления; ΔA – выброс; ΔA_H – неравномерность; A_I – установившееся (амплитудное) значение ПХ

Fig. 6. Oscilloscope Transient Response:
t_r – rise time; τ_y – settling time; ΔA – overshoot; ΔA_H – irregularity; A_1 – settled (peak) value of transient response

Рис. 7. Спад вершины переходной характеристики: A_I – установившееся значение ПХ; $\Delta A_{сп}$ – спад вершины при закрытом входе; $\tau_{сп}$ – время, для которого указан спад

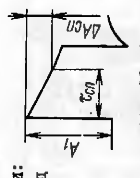


Fig. 7. Roll-Off of Transient Response:

A_1 - settled value of transient response; $\Delta A_{сп}$ - roll-off at capacitance-coupled input; $\tau_{сп}$ - roll-off time

Рис. 8. Расположение надписей и пломб на укладочном ящике

Fig. 8. Arrangement of Inscriptions and Seals on Stowage Case

Рис. 9. Расположение осциллографа в тарном ящике, пломб, предупредительных знаков и надписей на тарном ящике:

I – регистрационный номер; 2 – предупредительные знаки; 3 – пломба (с двух сторон); 4 – амортизаторы; 5 – осциллограф в укладочном ящике; 6 – получатель и место назначения; 7 – условное обозначение упакованной продукции, порядковый номер каждого грузового места, количество мест, брутто, нетто, длина, ширина, высота, отправитель, адрес отправителя

Fig. 9. Arrangement of Oscilloscope Inside Transportation Case and Location of Seals, Caution Symbols and Inscriptions on Transportation Case:

1 - registering No.; 2 - caution symbols; 3 - seals (affixed on both sides of the case); 4 - shock absorbers; 5 - instrument contained in stowage case; 6 - consignee and destination; 7 - code designation of packed item, No. of each packing unit, number of packing units, gross weight, net weight, length, width, height, sender name and address

Приложение I
Appendix 1

КАРТЫ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИБОРА
VOLTAGE CHARTS OF OSCILLOSCOPE

Таблица I
Table 1

Карта напряжений на электродах транзисторов
Transistor Voltage Chart

Обозначение на принципиальной схеме (приложение 9) Symbol in diagram (Appendix 9)	Тип транзистора Type of transistor	Напряжение, В **Voltage, V**		
		коллектор collector	эмиттер emitter	база base
I	2	3	4	5
ШI	2П303В	+0,I7 (сток) (drain)	–5,8 (исток) (source)	–6 (затвор) (gate)
Ш2	2Т306В	+(I,5...3,5)	0	+0,7
Ш3	IТ308А	0	+(I,8...3,8)	+(I,5...3,5)
Ш4	2Т306В	+5,5	–0,63	0
Ш5	2Т306В	+5,5	–0,63	0
Ш6	IТ308А	–I,0	+5,9	+5,5
Ш7	IТ308А	–I,0	+5,9	+5,5
Ш8	2Т306В	+7,0	–I,6	–I,0
Ш9	2Т306В	+7,0	–I,6	–I,0
ШI0	IТ308А	–I0	–I	–I,35
ШII	2Т306В	+7,0	–2,2	–I,6
ШI2	2Т306В	+7,0	–2,2	–I,6
ШI3	2Т306В	+4,5	–2,9	–2,2
ШI4	2Т306В	+4,5	–2,9	–2,2
ШI5	IТ308А	–2	+4,8	+4,5
ШI6	IТ308А	–2	+4,8	+4,5
ШI7	2Т602Б	+40	+4	+4,8

I	2	3	4	5
ШПI8	2Т602Б	+40	+4	+4,8
ШПI9	2П303В	+0,I7 (сток) (drain)	-5,8 (исток) (source)	-6 (затвор) (gate)
ШП20	2Т306В	+(I,5...3,5)	0	+0,7
ШП2I	IТ308А	0	+(I,8...3,8)	+(I,5...3,5)
ШП22	2Т306В	+5,5	-0,63	0
ШП23	2Т306В	+5,5	-0,63	0
ШП24	IТ308А	-0,7	+5,9	+5,5
ШП25	IТ308А	-0,7	+5,9	+5,5
ШП26	2Т306В	+7,0	-I,35	-0,7
ШП27	2Т306В	+7,0	-I,35	-0,7
ШП28	IТ308А	-I0	-I	-I,35
ШП29	2Т306В	+7,0	-2,2	-I,6
ШП30	2Т306В	+7,0	-2,2	-I,6
ШП3I	2Т306В	+4,5	-2,9	-2,2
ШП32	2Т306В	+4,5	-2,9	-2,2
ШП33	IТ308А	-2	+4,8	+4,5
ШП34	IТ308А	-2	+4,8	+4,5
ШП35	2Т602Б	+40	+4	+4,8
ШП36	2Т602Б	+40	+4	+4,8
ШП37	2П303В	+5,2 (сток) (drain)	+0,32 (исток) (source)	0 (затвор) (gate)
ШП38	2П303В	+5,2 (сток) (drain)	+0,32 (исток) (source)	0 (затвор) (gate)
ШП39	П307В	+60	+25,2	+25,5
ШП40	П307В	+25,5	0	+0,2
ШП42	2Т306Г	+4,2	-0,7	0
ШП44	IТ308А	-I,7	+4,4	+4,2
ШП45	2Т306Г	+4,2	-0,7	-0,2
ШП46	2Т306Г	+4,2	-0,8	-I,7
ШП47	IТ308А	0	+4,5	+4,2
ШП48	2Т30IЕ	+6,3	+5,3	+6,0
ШП49	IТ3IIА	+0,4	0	+0,3
ШП50	2Т30IЕ	+6,3	+0,9	+I,5
ШП5I	2Т306Г	+4,2	+0,I	+0,25

I	2	3	4	5
ШП52	IТ3IIА	+6	0	0
ШП53	2П303В	+6,3 (сток) (drain)	+I,5 (исток) (source)	+0,4 (затвор) (gate)
ШП54	2Т3I2Б	+4,2	0	+0,6
ШП55	IТ308А	0	+6,3	+6,3
ШП56	2Т30IЕ	+I0	+3,5	+4,2
ШП57	2Т30IЕ	+I0	+3,5	+4,2
ШП58	2Т30IЕ	+I0	+2,9	+3,5
ШП59	2Т30IЕ	+I0	+2,9	+3,5
ШП60	2Т602Б	+47	+2,I	+2,9
ШП6I	2Т602Б	+47	+2,I	+2,9
ШП63	П2I5	~I3	+I9	~2,3
ШП64	П2I5	~I3	+I9	~2,3
ШП65	2Т602Б	+80	+74	+75
ШП66	2Т602Б	+75	+0,4	+I,0
ШП67	МП26А	~I3	+I9	~2
ШП68	МП26А	~I3	+I9	~2
ШП69	П307В	+25	+II	+II,8
ШП70	П2I6А	+I9	+25,5	+25
ШП7I	П306	+I9	+25	+24,5
ШП72	2Т203А	+I9	+24,5	+23,8
ШП73	П307В	+23,5	+II	+II,8

Таблица 2
Table 2

Карта напряжений на электродах микросхемы
Microcircuit Voltage Chart

Обозначение на принципиальной схеме (приложение 9) Symbol in diagram (Appendix 9)	Тип микросхемы Type of microcircuit	Напряжение, В Voltage, V										
		I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
MCI	I40УДIA	-6,3	-	-	0	+0,2	-	+6,3	-	+0,2	+0,I	-

Таблица 3
Table 3

Карта напряжений на электродах ЭЛТ (Л5)
CRT (Л5) Voltage Chart

Номер вывода Terminal No.	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	A
Величина напряжения, В Voltage, V	+80... -50	-770	-450	-	-	+80	-770	+75	+80	-770	+80	-	-	-450	-770	+2500

Примечания:

I. Напряжение сети должно быть выставлено с точностью ±2 %.
2. Режим снят относительно шасси прибором В7-I5.
3. Режимы транзисторов ШI63-ШI64, ШI67-ШI73 сняты относительно минусовой шины стабилизатора.
4. Ручки "Вольт/дел." - в положении "0,0I".
5. Ручка "Длительность Время/дел." - в положении "50 μ s".
6. Ручки " ⟷ " и " ↕ " - в среднем положении.
7. Ручка "Синхронизация" в положении "Внутр. I".
8. Яркость лучей ЭЛТ нормальная (без ореолов).
9. Ручка полярности синхронизации в положении "+"; переключатель входа синхронизации - в положении " ∼ ".
I0. Ручка "Уровень" - в среднем положении ("0" на базе ШI42).
II. Все остальные ручки - в крайнем правом положении. Напряжения в приборе не должны отличаться от указанных значений более, чем на 20 %; для напряжений ⩽ 2 В - ±0,5 В.

Notes:
1. The mains voltage should be adjusted accurate to within ±2 %.
2. The voltages are measured relative to the chassis with a B7-15 instrument.
3. The voltages of transistors ШI63-ШI64, ШI67-ШI73 are measured with respect to the "-" bus of the stabilizer.
4. The VOLTS/DIV. switch is in the 0.01 position.
5. The DURATION TIME/DIV. switch is in the 50 μs position.
6. The ⟷ and ↕ knobs are in the middle position.
7. The SYNCHRONIZATION knob is in the INTERN. I position.
8. The electron beams are adjusted for normal brightness (without blooming).
9. The sync polarity knob is in the + position, the sync input switch is in the ∼ position.
10. The LEVEL knob is in the middle position (0 at the base of transistor ШI42).
11. All remaining controls are in the rightmost position. The actual voltages of the oscilloscope should not differ from those in the Table by more than 20 % (±0.5 V for voltages ⩽ 2 V).

Приложение 2
Appendix 2

КАРТЫ СОПРОТИВЛЕНИЙ ПРИБОРА
RESISTANCE CHARTS OF OSCILLOSCOPE

Таблица I
Table 1

Карта сопротивлений на электродах транзисторов
Transistor Resistance Chart

Обозначение на принципиальной схеме (приложение 9) Symbol in diagram (Appendix 9)	Тип транзистора Type of transistor	Коллектор, Ом Collector, Ω	Предел измерения прибора Instrument range	Эмиттер, Ом Emitter, Ω	Предел измерения прибора Instrument range	База, Ом Base, Ω	Предел измерения прибора Instrument range
I	2	3	4	5	6	7	8
ШI	2П303В	3,8 (сток) (drain)	IO^2	3,5 (исток) (source)	IO^2	5,0 (затвор) (gate)	IO^2
Ш2	2Т306В	30	IO^2	9	IO^2	I5	IO^2
Ш3	IТ308А	6	IO^2	8	IO^2	30	IO^2
Ш4	2Т306В	20	IO^2	II	IO^2	6,5	IO^2
Ш5	2Т306В	20	IO^2	II	IO^2	0	I
Ш6	IТ308А	5,5	IO^2	II	IO^2	20	IO^2
Ш7	IТ308А	5,5	IO^2	II	IO^2	20	IO^2
Ш8	2Т306В	I2	I	7	IO^2	5,5	IO^2

Продолжение табл. I **Table 1, continued**

I	2	3	4	5	6	7	8
Ш9	2Т306В	I2	I	7	IO^2	5,5	IO^2
ШIO	IТ308А	4	IO^2	7	IO^2	7	IO^2
ШII	2Т306В	6,5	IO	I5,5	IO^2	5,5	IO^2
ШI2	2Т306В	6,5	IO	I5,5	IO^2	5,5	IO^2
ШI3	2Т306В	I4,5	IO^2	8,2	IO^2	I5,5	IO^2
ШI4	2Т306В	I4,5	IO^2	8,2	IO^2	I5,5	IO^2
ШI5	IТ308А	7,4	IO^2	9,3	IO^2	I4,5	IO^2
ШI6	IТ308А	7,4	IO^2	9,3	IO^2	I4,5	IO^2
ШI7	2Т602Б	II,5	IO^3	9,6	IO^2	9,3	IO^2
ШI8	2Т602Б	II,5	IO^3	9,6	IO^2	9,3	IO^2
ШI9	2П303В	3,8 (сток) **(drain)**	IO^2	3,3 (исток) **(source)**	IO^2	5,0 (затвор) **(gate)**	IO^2
Ш20	2Т306В	30	IO^2	9	IO^2	I5	IO^2
Ш2I	IТ308А	6	IO^2	8	IO^2	30	IO^2
Ш22	2Т306В	20	IO^2	II	IO^2	6,5	IO^2
Ш23	2Т306В	20	IO^2	II	IO^2	0	I
Ш24	IТ308А	5,5	IO^2	II	IO^2	20	IO^2
Ш25	IТ308А	5,5	IO^2	II	IO^2	20	IO^2
Ш26	2Т306В	I2	I	7	IO^2	5,5	IO^2
Ш27	2Т306В	I2	I	7	IO^2	5,5	IO^2
Ш28	IТ308А	4	IO^2	7	IO^2	7	IO^2
Ш29	2Т306В	6,5	IO	I5,5	IO^2	5,5	IO^2
Ш30	2Т306В	6,5	IO^2	I5,5	IO^2	5,5	IO^2

Продолжение табл. I **Table 1, continued**

I	2	3	4	5	6	7	8
ШЗI	2Т306В	I4,6	IO^2	8,2	IO^2	I5,5	IO^2
Ш32	2Т306В	I4,5	IO^2	8,2	IO^2	I5,5	IO^2
Ш33	IТ308А	7,4	IO^2	9,3	IO^2	I4,5	IO^2
Ш34	IТ308А	7,4	IO^2	9,3	IO^2	I4,5	IO^2
Ш35	2Т602Б	II,5	IO^3	9,6	IO^2	9,3	IO^2
Ш36	2Т602Б	II,5	IO^3	9,6	IO^2	9,3	IO^2
Ш37	2П303В	4,0 (сток) (drain)	IO^2	3,5 (исток) (source)	IO^2	5,0 (затвор) (gate)	IO^2
Ш38	2П303В	4,2 (сток) (drain)	IO^2	3,8 (исток) (source)	IO^2	5,2 (затвор) (gate)	IO^2
Ш39	П307В	8,6	IO^3	I6,5	IO^3	I7,5	IO^3
Ш40	П307В	I6,5	IO^2	0	I	6,7	IO^2
Ш42	2Т306Г	23	IO^2	9,5	IO^2	I4	IO^2
Ш44	IТ308А	4,8	IO^2	4,8	IO^2	23	IO^2
Ш45	2Т306Г	6,5	IO	I8	IO^2	4,8	IO^2
Ш46	2Т306Г	6,5	IO	I8	IO^2	5,5	IO^2
Ш47	IТ308А	22	I	30	I	I3	IO
Ш48	2Т30IЕ	I2	I	4,8	IO^2	7	IO^2
Ш49	IТ3IIА	50	IO	0	I	9,5	I
Ш50	2Т30IЕ	I2	I	I3,5	IO^2	5,6	IO^2
Ш5I	2Т306Г	I7,5	IO^2	23	IO^2	4,5	IO^2
Ш52	IТ3IIА	50	IO^2	0	I	7	IO^2

Продолжение табл. I **Table 1, continued**

I	2	3	4	5	6	7	8
Ш53	2П303В	I2 (сток) (drain)	I,0	I3 (исток) (source)	IO^2	7 (затвор) (gate)	IO^2
Ш54	2Т3I2Б	I7,5	IO^2	0	I	7,5	IO^2
Ш55	IТ308А	IO	IO	I2	IO	6,4	IO
Ш56	2Т30IЕ	9,5	IO^2	IO	IO^2	I7,5	IO^2
Ш57	2Т30IЕ	9,5	IO^2	22	IO^2	I7,5	IO^2
Ш58	2Т30IЕ	IO	IO^2	43	IO^2	I8	IO^2
Ш59	2Т30IЕ	IO	IO^2	43	IO^2	I8	IO^2
Ш60	2Т602Б	22	IO^3	IO	IO^3	5,5	IO^3
Ш6I	2Т602Б	22	IO^3	IO	IO^3	5,5	IO^3
Ш63	П2I5	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш64	П2I5	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш65	2Т602Б	55	IO^2	60	IO^2	80	IO^2
Ш66	2Т602Б	75	IO^6	5	IO^6	I2	IO^6
Ш67	МП26А	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш68	МП26А	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш69	П307В	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш70	П2I6А	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш7I	П306	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш72	2Т203А	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6
Ш73	П307В	∞	IO^6	∞	IO^6	∞	IO^6

Таблица 2
Table 2

Карта сопротивлений на электродах ЭЛТ (Л5)
CRT (Л5) Resistance Chart

Номер вывода Terminal No.	I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	A
Величина сопротивления, Ом Resistance, Ω	5	60	60	50	50	2	50	6	4	60	2	50	50	50	50	∞
Предел измерения Instrument range	10^4	10^5	10^4	10^4	10^4	10^4	10^4	10^3	10^4	10^4	10^4	10^4	10^4	10^4	10^4	10^6

Примечания: I. Карта сопротивлений снята относительно корпуса прибора.
2. Измерения производились прибором типа В7-I5 при вынутом из сети шнуре питания осциллографа.
3. Ручки "⟷", "↕" - в среднем положении.
4. Ручка "Синхронизация" - в положении "Внутр. I", "∼", "+".
5. Множитель скорости развертки - в положении "xI".
6. Ручки "Вольт/дел." - в положении "0,0I".
7. Ручка "Длительность Время/дел." - в положении "50 μs".
8. Все остальные ручки - в крайнем правом положении.

Сопротивления в приборе не должны отличаться от указанных значений больше, чем на 20 %.

Notes:
1. The resistances are measured relative to the oscilloscope chassis.
2. The measurements are made with a B7-15 instrument, with the supply lead of the oscilloscope removed from the mains socket outlet.
3. The ⟷ and ↕ controls are in the middle position.
4. The SYNCHRONIZATION switch is in the INTERN. I, ∼, and + position.
5. The sweep expansion control is in the x1 position.
6. The VOLTS/DIV. switches are in the 0.01 position.
7. The DURATION TIME/DIV. switch is in the 50 μs position.
8. All remaining controls are in the rightmost position.

The resistances should not differ from those given in the Table by more than 20 %.

Приложение 3
Appendix 3

КАРТА ИМПУЛЬСНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ЭЛЕКТРОДАХ ТРАНЗИСТОРОВ
TRANSISTOR PULSE VOLTAGE CHART

Обозначение на принципиальной схеме (приложение 9) Symbol in diagram (Appendix 9)	Электрод Terminal	Форма и амплитуда импульсных напряжений, В Pulse voltage waveform and amplitude, V
I	2	3
Ш39 П307В	Б	+40 / 0
	Э	+40 / 0
Ш40 П307В	Б	+0,5 / -0,5
	К	+40 / 0
Ш42 2Т306Г	Б	+1 / 0,5

I	2	3
	Э	+0,5 / 0
	К	+1,5 / +0,5
ПП44 IТ308А	Б	+1,5 / +0,5
	К	+0,5 / -0,5
ПП45 2Т306Г	Э	0 / -0,7
ПП46 2Т306Г	Б	+0,5 / -0,5
	Э	0 / -0,7
	К	+3,8 / +3
ПП47 IТ308А	Б	+3,8 / +3
	Э	+4 / +3,2
	К	+0,5 / -0,5
ПП48 2Т30IЕ	Б	+5 / +2
	Э	+4,3 / +1,5
ПП49 IТ3IIА	Б	+0,5 / 0

I	2	3
	К	+4,8 / 0
ПП50 2Т30IЕ	Б	+4,8 / +0,8
	Э	+4,2 / +0,4
ПП5I 2Т306Г	Б	+3 / 0
	Э	+2 / +0,2
	К	+7 / +2
ПП52 IТ3IIА	Б	+1 / 0
	К	+5,2 / +1,2
ПП53 2П303В	З	+1,5 / +1,4
	И	+0,8 / +0,7
ПП54 2Т3I2Б	Б	+0,9 / +0,8
	К	+7 / +2
ПП55 IТ308А	Э	+5,3 / +5
	К	+4,3 / 0

I	2	3
ПП56 2Т30IЕ	Б	+7 / +2
	Э	+6 / +1,2
ПП57 2Т30IЕ	Б	+7 / +2
	Э	+6 / +1,2
ПП59 2Т30IЕ	Б	+6 / +4,2
	Э	+5,6 / +0,8
ПП60 2Т602Б	Э	+0,4 / +0,2
	К	+65 / +40
ПП6I 2Т602Б	Б	+5,6 / +0,8
	Э	+4,6 / +0,1
	К	+40 / +10
ПП63 П2I5	Б	+18 / +15

I	2	3
	К	+18 / -18
ПП64 П2I5	Б	+18 / +15
	К	+18 / -18
ПП65 2Т602Б	Б	+48 / +6
	Э	+47 / +5
ПП66 2Т602Б	Б	+4,2 / +0,4
	Э	+3,2 / 0
	К	+48 / +6
ПП67 МП26А	Б	+18 / +15
	К	+18 / -18
ПП68 МП26А	Б	+18 / +15
	К	+18 / -18

Примечания: I. Осциллограммы импульсных напряжений сняты относительно корпуса прибора осциллографом CI-22 при следующих положениях ручек управления:

а) "Вольт/дел." - "0,0I";
б) "Длительность Время/дел." - "50 μs ";
в) " ⟷ ", " ↕ " - в среднем;
г) "Синхронизация" - "Внутр. I";
д) яркость лучей нормальная (без ореолов);
е) все остальные ручки - в крайнем правом положении.

2. Карта импульсных напряжений для транзисторов ПП63, ПП64, ПП67, ПП68 снята относительно минусовой шины стабилизатора.

3. Обозначение электродов :
К - коллектор; Э - эмиттер; Б - база; З - затвор; И - исток.

Notes: 1. The waveforms of pulse voltages are measured relative to the oscilloscope chassis with a C1-22 oscilloscope in the following positions of the controls:

a) VOLTS/DIV. in the 0.01 position;
b) DURATION TIME/DIV., in the 50 μs position;
c) ⟷, ↕ , in the middle position;
d) SYNCHRONIZATION, in the INTERN. I position;
e) the beams are adjusted to normal brightness (without blooming);
f) all remaining controls are in the rightmost position.

2. The waveforms of pulse voltages for transistors ПП63, ПП64, ПП67, ПП68 are measured relative to the "-" bus of the stabilizer.

3. Terminal designations: К - collector; Э - emitter; Б - base; З - gate; И - source

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
LAYOUT DIAGRAMS OF BASIC ELEMENTS

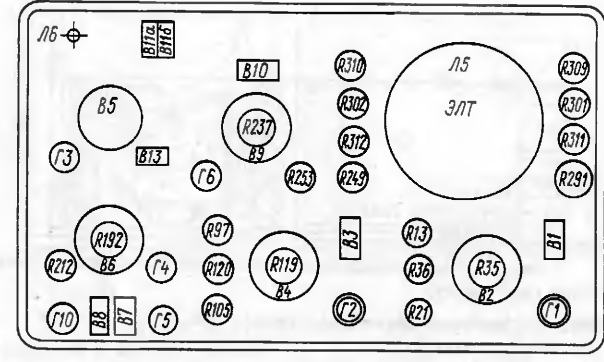


Рис. I. Передняя панель прибора (вид сзади)
Fig. 1. Face Panel of Oscilloscope (Rear View)

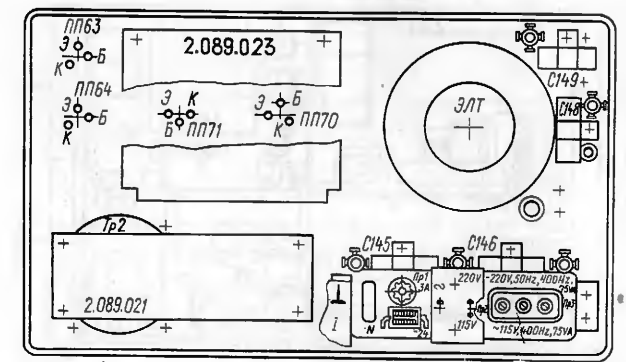


Рис. 2. Задняя панель прибора (расположение установочных элементов и печатных плат):
ЭЛТ - электронно-лучевая трубка; I - "Вход Z "

Fig. 2. Rear Panel of Oscilloscope (Layout of Adjustment Elements and Printed-Circuit Boards):
ЭЛТ-CRT; I - "input Z"

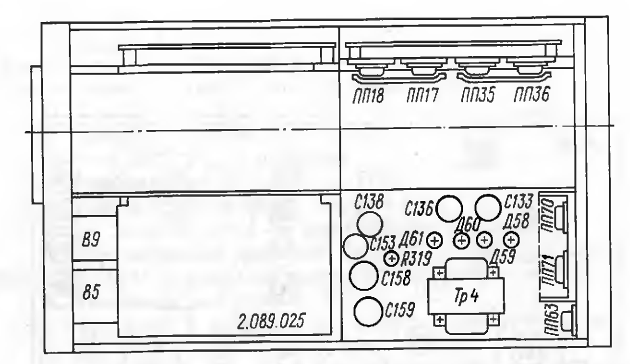


Рис. 3. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид сверху)

Fig. 3. Layout of Adjustment Elements and Printed-Circuit Boards (Top View)

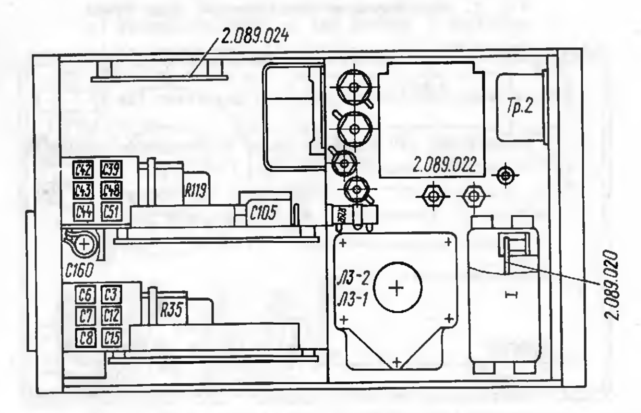


Рис. 4. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид снизу):
I – высокое напряжение

Fig. 4. Layout of Adjustment Elements and Printed-Circuit Boards (Bottom View):
I - E.H.T.

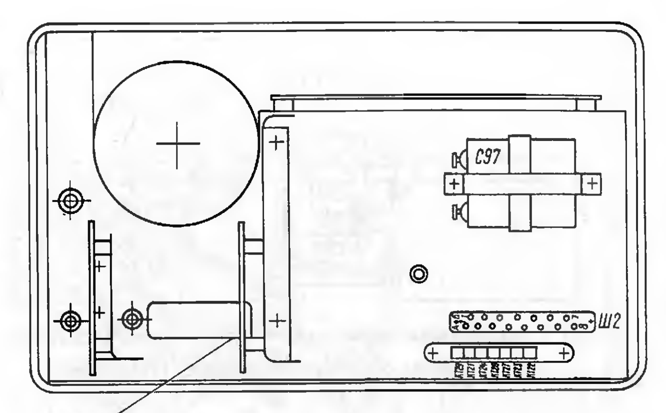


Рис. 5. Вид на среднюю стенку (расположение установочных элементов и печатных плат)

Fig. 5. View of Middle Wall (Layout of Adjustment Elements and Printed-Circuit Boards)

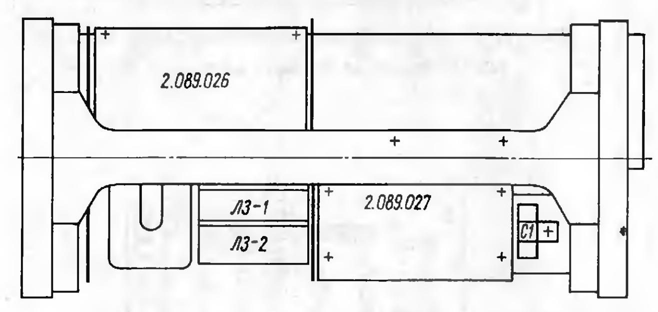


Рис. 6. Схема расположения установочных элементов и печатных плат (вид сбоку)

Fig. 6. Layout of Adjustment Elements and Printed-Circuit Board (Side View)

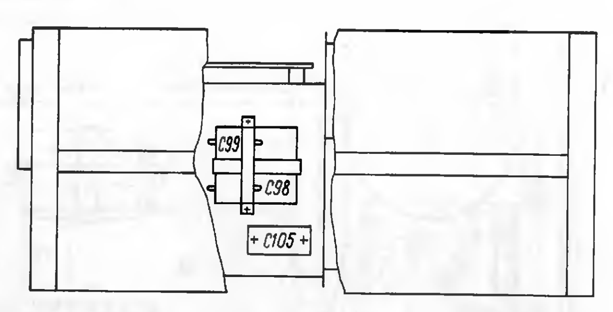


Рис. 7. Схема расположения установочных элементов (вид сбоку)

Fig. 7. Layout of Adjustment Elements (Side View)

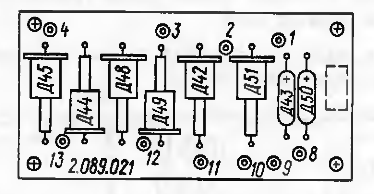


Рис. 8. Схема расположения элементов на плате 2.089.02I

Fig. 8. Layout of Elements on Board 2.089.021

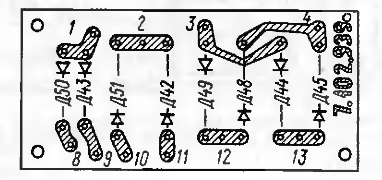


Рис. 9. Схема расположения элементов на плате 2.089.02I

Fig. 9. Layout of Elements on Board 2.089.021

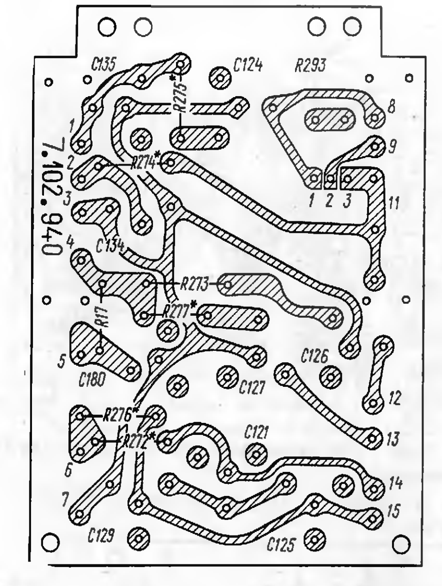


Рис. II. Схема расположения элементов на плате 2.089.022

Fig. 11. Layout of Elements on Board 2.089.022

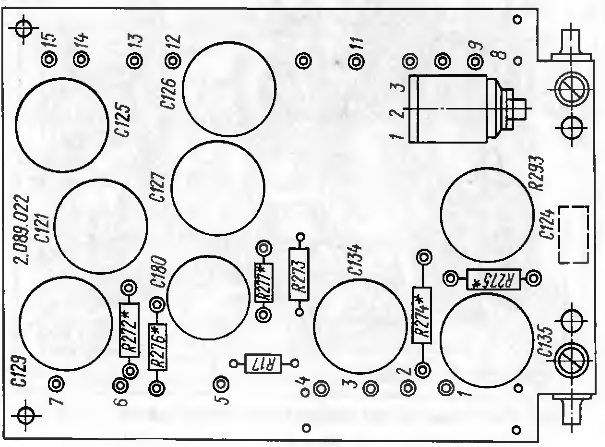


Рис. IO. Схема расположения элементов на плате 2.089.022

Fig. 10. Layout of Elements on Board 2.089.022

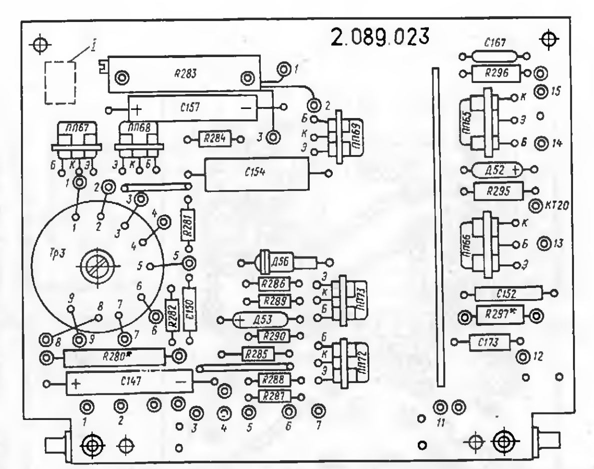


Рис. I2. Схема расположения элементов на плате 2.089.023:
I - место для маркировки

Fig. 12. Layout of Elements on Board 2.089.023:
I - marking place

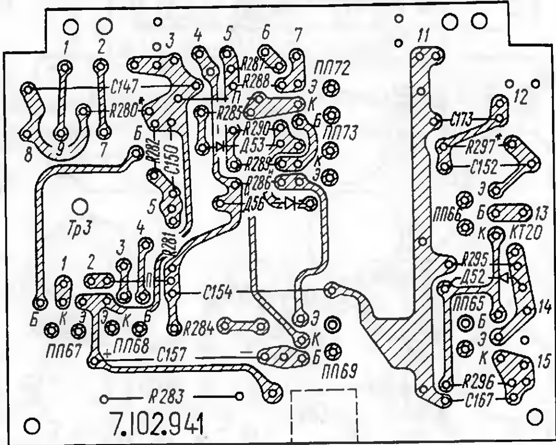


Рис. I3. Схема расположения элементов на плате 2.089.023

Fig. 13. Layout of Elements on Board 2.089.023

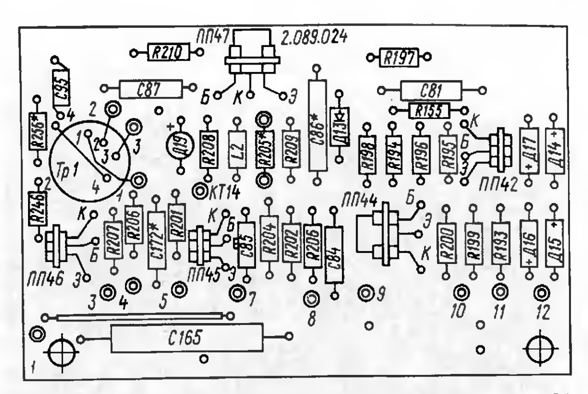


Рис. I4. Схема расположения элементов на плате 2.089.024

Fig. 14. Layout of Elements on Board 2.089.024

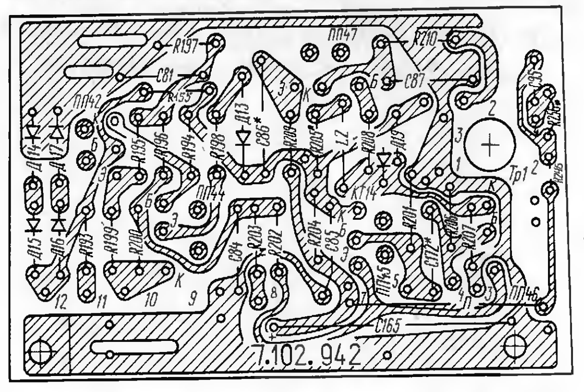


Рис. I5. Схема расположения элементов на плате 2.089.024

Fig. 15. Layout of Elements on Board 2.089.024

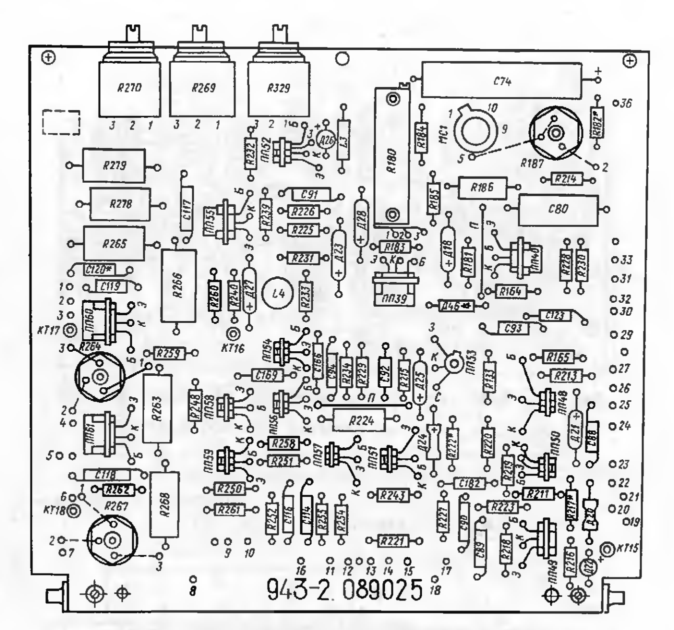


Рис. I6. Схема расположения элементов на плате 2.089.025

Fig. 16. Layout of Elements on Board 2.089.025

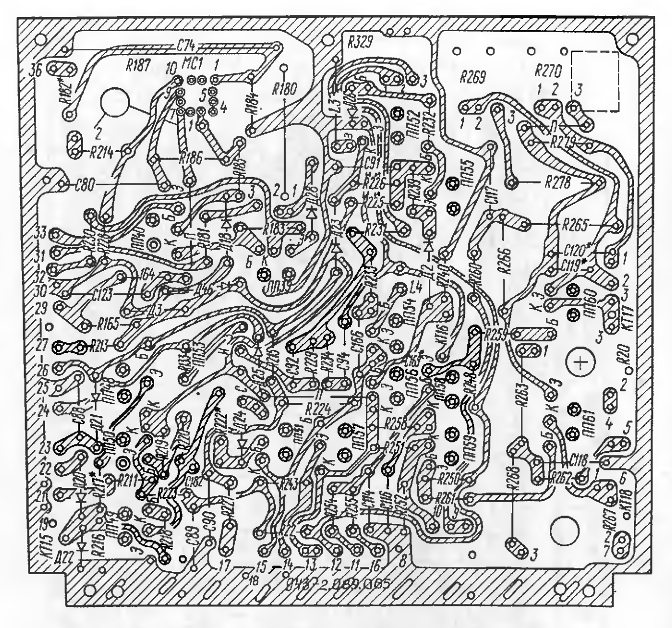


Рис. I7. Схема расположения элементов на плате 2.089.025

Fig. 17. Layout of Elements on Board 2.089.025

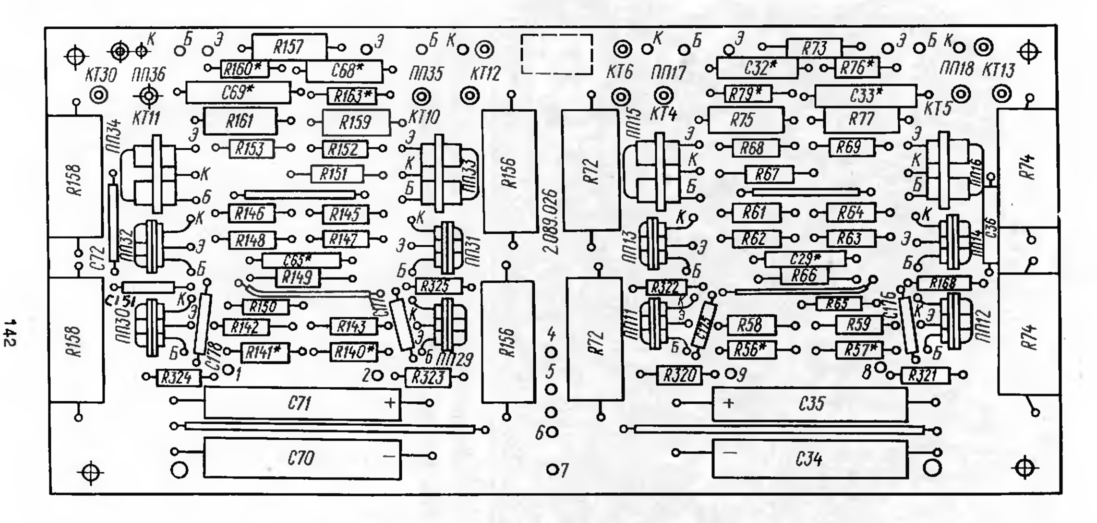


Рис. I8. Схема расположения элементов на плате 2.089.026

Fig. 18. Layout of Elements on Board 2.089.026

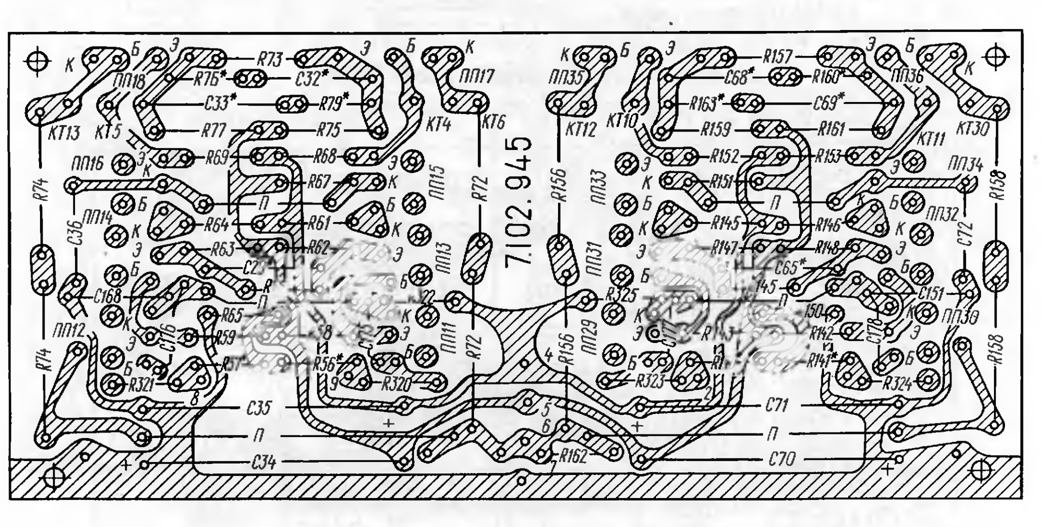


Рис. I9. Схема расположения элементов на плате 2.089.026

Fig. 19. Layout of Elements on Board 2.089.026

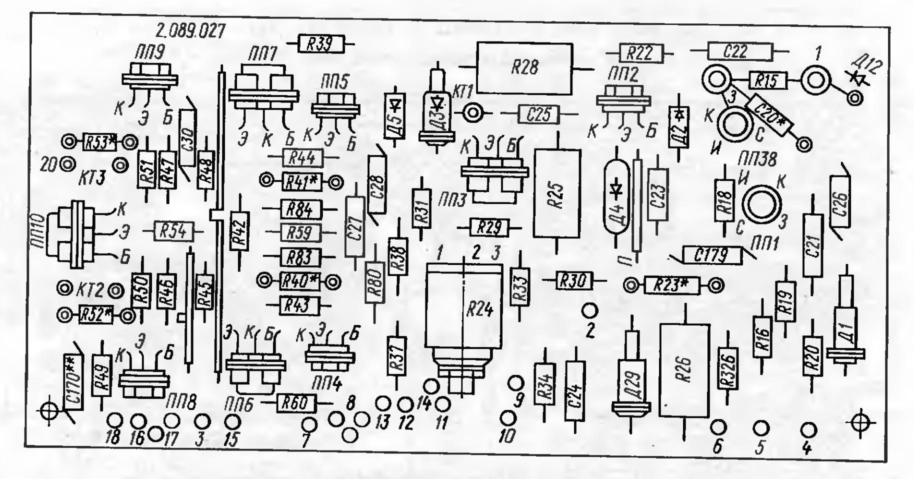


Рис. 20. Схема расположения элементов на плате 2.089.027

Fig. 20. Layout of Elements on Board 2.089.027

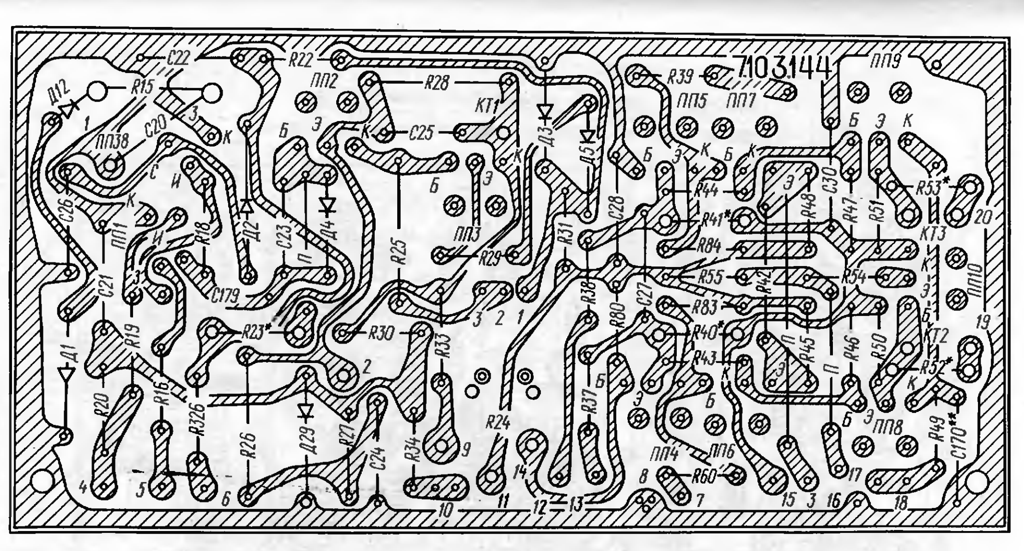


Рис. 2I. Схема расположения элементов на плате 2.089.027

Fig. 21. Layout of Elements on Board 2.089.027

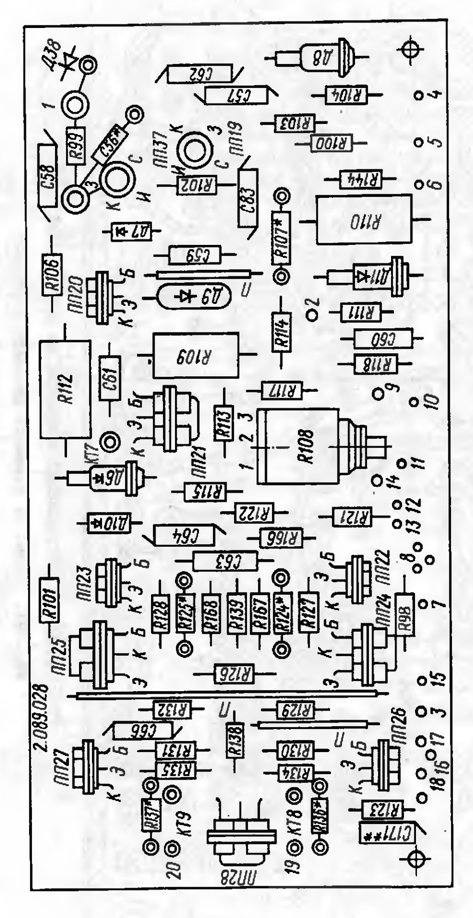


Рис. 22. Схема расположения элементов на плате 2.089.028

Fig. 22. Layout of Elements on Board 2.089.028

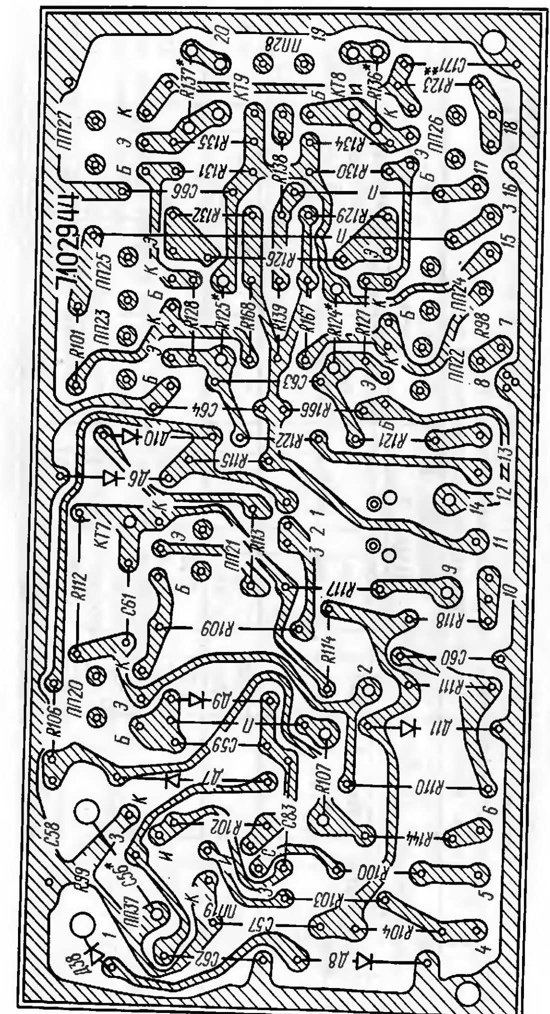


Рис. 23. Схема расположения элементов на плате 2.089.028

Fig. 23. Layout of Elements on Board 2.089.028

Приложение 5
Appendix 5

МОТОЧНЫЕ ДАННЫЕ ТРАНСФОРМАТОРОВ
WINDING DATA OF TRANSFORMERS

Таблица I
Table 1

Данные трансформатора Тр2
Winding Data of Transformer Tp2

Схема электрическая **Circuit diagram**	Номер обмоток **Winding No.**	Номер выводов **Lead No.**	Напряжение, В **Voltage, V** холостого хода **no-load**	Напряжение, В **Voltage, V** нагрузки **load**	Ток, А **Current, A** холостого хода **no-load**	Ток, А **Current, A** нагрузки **load**	Марка и диаметр провода **Wire grade and diameter**	Количество витков **Number of turns**
	I	I-2	I9	I9	0,I5	0,85	ПЭТВ 0,5	57x2
	I	2-3	I9	I9	0,I5	0,85		
	П	4-5	I0,3	I0				3I
	П	5-6	I0,3	I0				3I
	П	6-7	I5,7	I5		0,002	ПЭТВ 0,I	47
	П	7-8	I5,7	I5				47
	П	8-9	36I	349				I083
	П	9-I0	35	32		0,035	ПЭТВ 0,2	I05
	П	I0-II	40	38		0,042		I20

Продолжение табл. I **Table 1, continued**

Схема электрическая **Circuit diagram**	Номер обмоток **Winding No.**	Номер выводов **Lead No.**	Напряжение, В **Voltage, V** холостого хода **no-load**	Напряжение, В **Voltage, V** нагрузки **load**	Ток, А **Current, A** холостого хода **no-load**	Ток, А **Current, A** нагрузки **load**	Марка и диаметр провода **Wire grade and diameter**	Количество витков **Number of turns**
	II	II-I3	I3,3	I2		0,34	ПЭТВ 0,5	40x2
	II	I3-I5	I3,3	I2				
	II	I5-I6	40	38		0,042	ПЭТВ 0,2	I20
	II	I6-I7	35	32		0,035		I05
	III	20-2I	6,67	6,4		0,3	ПЭТВ 0,355	20

Сердечник М2000 НМI-I7 К40х25хII I класс.
Рабочая частота 2300 Гц.
Обмотки I-2, 2-3, II-I3 и I3-I5 мотать двойным проводом равномерно по всему диаметру.
Core: M2000 HM1-17 K40x25x11, class I.
Operating frequency: 2300 Hz.
Windings: 1-2, 2-3, 11-13 and 13-15 are to be wound with double wire uniformly round the diameter.

Таблица 2
Table 2

Данные трансформатора Тр3
Winding Data of Transformer Tp3

Схема электрическая **Circuit diagram**	Номер обмоток **Winding No.**	Номер выводов **Lead No.**	Напряжение, В **Voltage, V**		Ток, А **Current, A**		Марка и диаметр провода **Wire grade and diameter**	Количество витков **Number of turns**
			холостого хода **no-load**	нагрузки **load**	холостого хода **no-load**	нагрузки **load**		
	I	I-2	I8	I8	0,075	0,096		260
		2-3	I8	I8		0,096		
	II	4-5	2,56	2,5		0,0I	ПЭТВ 0,I6	37
		5-6	2,56	2,5		0,0I		
	III	7-8	2,56	2,5		0,05		37
		8-9	2,56	2,5		0,05		

Сердечник М2000 НМI-I7 К20хI2х6 I класс.
Рабочая частота 2300 Гц.
Core: M2000 HMI-17 K20x12x6, class I.
Operating frequency: 2300 Hz.

Таблица 3
Table 3

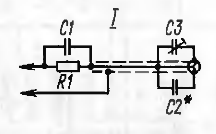
Данные трансформатора Тр4
Winding Data of Transformer Tp4

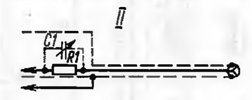
Схема электрическая **Circuit diagram**	Номер обмоток **Winding No.**	Номер выводов **Lead No.**	Напряжение, В **Voltage, V**		Ток, А **Current, A**		Количество витков **Number of turns**	Марка и диаметр провода **Wire grade and diameter**	Примечание **Remarks**
			холостого хода **no-load**	нагрузки **load**	холостого хода **no-load**	нагрузки **load**			
	I	I-2	II5	II5		0,35	805	ПЭТВ 0,4	400 Гц
		I-3	220	220	0,05	0,I97	735	ПЭТВ 0,3I5	50 Гц 400 Гц
	II	4					I,2	Лента медная **Copper band**	Экран **Shield**
	III	5-6	6,75	6,I		0,I	47	ПЭТВ 0,224	
	IУ	7-8	28	25		I,8	I96	ПЭТВ 0,85	

Магнитопровод ШЛ 20х25.
Core ШЛ 20x25.

Приложение 6
Appendix 6

ДЕЛИТЕЛИ I:IO
1:10 ATTENUATORS





I - делитель I:IO
RI - резистор ОМЛТ-I-9,I МОм±5 %; CI - конденсатор КТ-2-П33-9,I пФ± ±5 %-3; C2* - конденсатор КТ-I-М47-I2 пФ±IO %-3 (I8 пФ, IO пФ, I5 пФ); C3 - конденсатор КТ-2-I9-I,9/I5
II - делитель I:IO высоковольтный:
RI - резистор ОМЛТ-0,25-I,5 МОм±IO % (6 шт. соединены последовательно); CI - емкость конструктивная

I - 1:10 attenuator;
R1 - resistor ОМЛТ-1-9.1MΩ **±5 %; C1 - capacitor КТ-2-П33-9.1 pF ±5 %-3; C2* - capacitor КТ-1-М47-12 pF ±10 %-3 (18 pF, 10 pF, 15 pF); C3 - capacitor КТ-2-19-1.9/15**
II - 1:10 high-voltage attenuator:
R1 - resistor ОМЛТ-0.25-1.5MΩ **±10 % (six connected in series);**
C1 - distributed capacitance

Приложение 7
Appendix 7

КАЛИБРАТОР $R_{вх}C_{вх}$
$R_{in}C_{in}$ CALIBRATOR

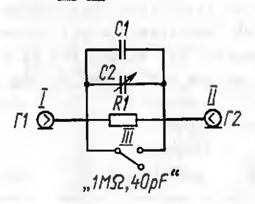


Схема принципиальная электрическая калибратора $R_{вх}C_{вх}$:
RI - резистор C2-I3-0,25-I МОм±I %; CI - конденсатор КТ-2-М47-24± ±5 %; C2 - конденсатор КПК-I-8/3
I - вход; II - выход; III - "Прямо"

Калибратор $R_{вх}C_{вх}$ представляет собой добавочное точное сопротивление, шунтируемое параллельным соединением компенсирующей постоянной и переменной емкости.

Настройку калибратора $R_{вх}C_{вх}$ производить следующим образом.

Поставить переключатель "Вольт/дел." в положение "2", переключатель " ≃ , ~ " в положение " ≃ ", а затем во включенном приборе с помощью ЕI2-I установите величину входной емкости по гнезду "Вход" усилителя УI переменным конденсатором C7 равной 40 пФ.

После этого на "Вход" УI подайте с собственного калибратора напряжение амплитудой IO В через калибратор $R_{вх}C_{вх}$, находящийся в положении "Прямо".

Зафиксируйте форму импульса. Затем калибратор $R_{вх}C_{вх}$ установите в положение "I МОм, 40 пФ", а переключатель выхода калибратора в положение 20. С помощью переменного конденсатора C2 установите перекос вершины изображения таким, каким он был на экране ЭЛТ в положении "Прямо" калибратора $R_{вх}C_{вх}$.

Circuit Diagram of Calibrator $R_{in}C_{in}$:
R1 - resistor C2-13-0.25-1 MΩ **±1 %; C1 - capacitor КТ-2-М47-24 ±5 %; C2 - capacitor** КПК-1-8/3
I - input; II - output; III - FORWARD

Calibrator $R_{in}C_{in}$ is a multiplier precision resistor shunted by a compensating fixed or variable capacitor.

For adjusting the calibrator, proceed as follows:

Set the VOLTS/DIV. switch to the position 2, and switch ≃ , ~ to ≃ . Then in the energized instrument, adjust the input capaci-